

**PEMBUATAN BRIKET DARI CAMPURAN CANGKANG BIJI KARET
(*Hevea brasiliensis*) DAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
dalam Ilmu Pendidikan Biologi**

Oleh:
**EBID DIYAH SAFITRI
1611060425**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
RADEN INTAN LAMPUNG
1442 H / 2020 M**

**PEMBUATAN BRIKET DARI CAMPURAN CANGKANG BIJI KARET
(*Hevea brasiliensis*) DAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
dalam Ilmu Pendidikan Biologi**



Oleh:

**EBID DIYAH SAFITRI
1611060425**

Jurusan : Pendidikan Biologi

**Pembimbing I
Pembimbing II**

**: Marlina Kamelia M.Sc
: Suci Wulan Pawhestri M.Si**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
RADEN INTAN LAMPUNG
1442 H / 2020 M**

ABSTRAK

PEMBUATAN BRIKET DARI CAMPURAN CANGKANG BIJI KARET (*Hevea brasiliensis*) DAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Oleh :
Ebid Diyah Safitri
1611060425

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi terbaik pembuatan briket dari campuran cangkang biji karet (*Hevea brasiliensis*) dan tandan kosong kelapa sawit dengan penambahan batubara sebagai briket dan menggunakan perekat tapioka. Hal ini didasari oleh jumlah kebutuhan energi semakin banyak, sementara itu pemanfaatan cangkang biji karet (*Hevea brasiliensis*) masih kurang serta belum diketahui kombinasi yang optimal untuk dijadikan briket. Penelitian ini disusun secara deskriptif kualitatif. Berdasarkan komposisi bahan utama antara cangkang biji karet, tandan kosong kelapa sawit dan batubara yang terdiri dari 5 taraf perlakuan diantaranya 55%:15%:30% (P_1), 15%:55%:30% (P_2), 35%:35%:30% (P_3), 45%:25%:30% (P_4), dan 25%:45%:30% (P_5). Dengan menggunakan persentase perekat tapioka 20% dari bobot bahan baku yang digunakan untuk pembuatan briket. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah kadar air, kadar abu briket, kerapatan briket, kekuatan tekan briket, dan *Shatter resistance index briket*. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan diagram diuraikan secara deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air briket berkisar 5,98-6,03% (SNI<8%), nilai kadar abu 3,70-7,41% (SNI <8%), nilai kerapatan 0,43-0,44 g/cm² (SNI 0,44 g/cm²), nilai kekuatan tekan briket senilai 96,6-99,7 (SNI >95%), nilai *shatter resisten index* 96,15-99,90% (>95%). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak komposisi bahan baku cangkang biji karet maka semakin baik pula kualitas briket yaitu pada kombinasi perlakuan P_1 .

Kata kunci: briket, cangkang biji karet (*Hevea brasiliensis*), tandan kosong kelapa sawit, batubara, perekat tapioka.



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PERSETUJUAN

**Judul Skripsi : PEMBUATAN BRIKET DARI CAMPURAN CANGKANG
BIJI KARET (*Hevea brasiliensis*) DAN TANDAN KOSONG
KELAPA SAWIT**

Nama : Ebid Diyah Safitri
NPM : 1611060425
Prodi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

Untuk dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam Sidang Munaqasyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Pembimbing II


Marlina Kamelia, M.Sc
NIP.19810314 2015 03 2 001


Suci Wulan Pawhestri, M.Si
NIP. -

Mengetahui,
Ketua Prodi Pendidikan Biologi


Dr. Eko Kuswanto, M.Si
NIP. 197505142008011009



KEMENTERIAN AGAMA

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG

FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat : Jl. Let.H. Endro Suratmin Sukarame 1 Bandar Lampung 35131 Telp (0721)703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: **Pembuatan Briket dari Campuran Cangkang Biji Karet (Hevea brasiliensis) dan Tandan Kosong Kelapa Sawit**, disusun oleh: **Ebid Diyah Safitri, NPM. 1611060425**, Jurusan: **Pendidikan Biologi**, Telah diujikan dalam sidang Munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada: Hari/Tanggal: **Selasa, 22 Desember 2020**.

TIM PENGUJI

Ketua : **Dr. Achi Rinaldi, S.Si, M.Si** (.....)

Sekretaris : **Aryani Dwi Kesumawardani, M.Pd** (.....)

Penguji Utama : **Dr. Rina Budi Satiyarti** (.....)

Penguji Pendamping 1 : **Marlina Kamelia, M.Sc** (.....)

Penguji Pendamping II : **Suci Wulan Pawhestri, M.Si** (.....)

Mengetahui
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd

NIP. 19640828 198803 2 002

SURAT PERNYATAAN

Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ebid Diyah Safitri
NPM : 1611060426
Jurusan : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Pembuatan Briket Dari Campuran Cangkang Biji Karet (*Hevea Brasiliensis*) Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit**” adalah benar-benar merupakan hasil karya penyusunan sendiri, bukan duplikasi atau saduran hasil karya orang lain kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam *footnote* atau daftar pustaka. Apabila dilain waktu terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penyusun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dimaklumi.

Wassalamualaikum warahmatullahi Wabarakatuh

Bandar Lampung, 22 Desember 2020

Penulis



Ebid Diyah Safitri

NPM.1611060425

MOTTO

الَّذِي جَعَلَ لَكُم مِّنَ الشَّجَرِ الْأَخْضَرِ نَارًا فَإِذَا أَنْتُمْ مِّنْهُ تُوقِدُونَ ﴿٨٠﴾

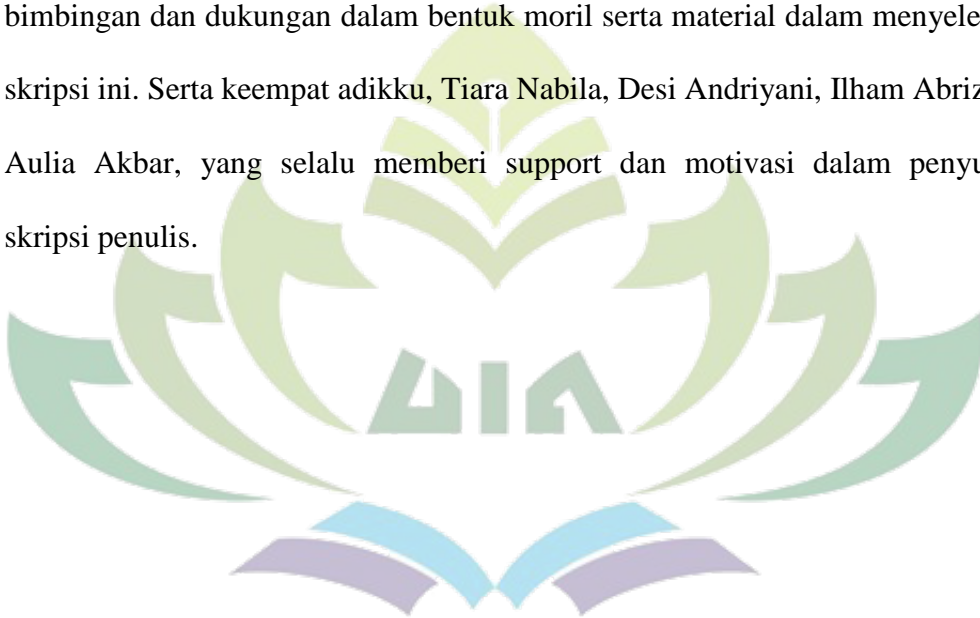
Artinya: “Tuhan yang menjadikan untukmu api dari kayu yang hijau, Maka tiba-tiba kamu nyalakan (api) dari kayu itu” (Yaasiin : 80)



PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji dan syukur kehadiran Allah SWT karena atas limpah taufik dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan perkuliahan melalui tugas akhir ini. Dengan kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis mempersembahkan skripsi ini kepada:

Kedua orang tua penulis, Bapak Abidin, S.Pd SD. M.M dan Ibu Elawati S.Pd yang tiada henti mendoakan untuk keberhasilanku, memberikan kasih sayang, bimbingan dan dukungan dalam bentuk moril serta material dalam menyelesaikan skripsi ini. Serta keempat adikku, Tiara Nabila, Desi Andriyani, Ilham Abrizal dan Aulia Akbar, yang selalu memberi support dan motivasi dalam penyusunan skripsi penulis.



RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Ebid Diah Safitri. Dilahirkan didesa Karang, Kecamatan Bumi Agung, Kabupaten Way Kanan, pada tanggal 20 Agustus 1998. Penulis merupakan anak pertama dari empat saudara. Putri sulung dari pasangan Bapak Abidin, S.Pd SD. M.M dan Ibu Elawati S.Pd.

Penulis menempuh pendidikan pertama di SDN 02 Karang, dari tahun 2004 sampai dengan tahun 2010. Kemudian melanjutkan ke jenjang Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 02 Buay Bahuga pada tahun 2010 sampai dengan tahun 2013. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di jenjang Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 2 Bumi Agung pada tahun 2013 sampai dengan 2016.

Pada tahun 2016 penulis tercatat sebagai salah satu mahasiswi di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada Jurusan Pendidikan Biologi. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Revolusi Mental (KKN RM) dengan tema “Pemberdayaan Masyarakat Bebas Masjid” pada bulan Juli sampai Agustus 2019 di Desa Sinar Mancak, Kecamatan Pulau Panggung, Kabupaten Tanggamus. Kemudian pada bulan Oktober hingga November penulis melaksanakan Praktek Pengalaman Lapangan (PPL) di MTS Mathla’ul Anwar Bandar Lampung.

Pada tahun 2016 penulis terdaftar sebagai mahasantri General Cluster Ma’had Al-jami’ah UIN Raden Intan Lampung. Melaksanakan Qafilah Dakwah Ramadhan (QDR) IV dengan tema “Pesantren Kampus Ma’had Al-jamiah” pada bulan Mei tahun 2018 di desa Sidodadi Asri, Kecamatan Jati Agung, Kabupaten

Lampung Selatan serta menjadi salah satu lulusan wisudawati Ma'had Al-jamia'ah angkatan pertama pada tahun 2018.

Selanjutnya penulis juga terdaftar sebagai mahasiswi di STIT Al-Hikmah Way Kanan, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah pada tahun 2017 sampai dengan sekarang.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, Puji dan Syukur Kehadirat Allah SWT atas limpahan taufiq dan hidayah beliau jualah, serta Sholawat dan salam yang selalu tercurahkan kepada Nabi Revolusioner Islam, Nabi pembimbing umat yakni Nabi besar Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul PEMBUATAN BRIKET DARI CAMPURAN CANGKANG BIJI KARET (*Hevea brasiliensis*) DAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bimbingan, motivasi dan bantuan dari berbagai pihak, dengan demikian penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Hj. Nirva Diana M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
2. Bapak Dr. Eko Kuswanto, M.Si selaku ketua Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan lampung.
3. Bapak DR. H. Ahmad Bukhari Muslim, LC. M.A selaku Pembimbing Akademik yang selalu memberikan pengarahan terhadap penulis.
4. Ibu Marlina Kamelia, M.Sc selaku pembimbing I yang telah membimbing dan memberi arahan dengan penuh kesabaran terhadap penulis pada penulisan skripsi ini.
5. Ibu Suci Wulan Pawhestri, M.Si selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk memberi bimbingan dan pengarahan, dengan penuh pengertian dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Ibu dosen Fakultas dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung terkhusus prodi Pendidikan Biologi yang telah mendidik dan memberi ilmu

pengetahuan kepada penulis selama menempuh pendidikan di kampus UIN Raden Intan Lampung.

7. PT. Bukit Asam Tbk Unit Pabrik Briket Natar, yang telah memberikan penulis bahan penelitian berupa batubara BA52 secara percuma.
8. Bapak Sandi Asmara, M.Si, selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian, yang telah memberikan berbagai ilmu pengetahuan dan bantuan selama melakukan penelitian.
9. Teman seperjuangan Genials Bio-H (Biologi H 2016) yang bahu membahu saling membantu dan memberikan motivasi terkhusus untuk Keluarga Khayangan Nurul Anisa, M. Aswin Yusuf, dan Wiji Rahayu S.Pd yang selalu mengarahkan dan memberikan semangat serta dukungannya.
10. Teman sejiro ku Sastika Widi Astuti S.Pd dan Kevy Mardiyah yang tiada henti mengajak penulis untuk selalu tenang dan ikhlas dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Team “Karet”, Erla Setianingsih dan De’is Rahma Julia yang selalu memberikan motivasi dan dukungan baik moril dan materil dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
12. Keluarga KKN RM 149 dan keluarga PPL Mts Mat’hlaul Anwar Bandar Lampung.
13. Almamater kampus hijau tercinta Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Pendidikan Biologi.

Semoga Allah SWT selalu mencurahkan taufiq serta hidayah-Nya atas bantuan dan pengarahan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Dalam penulisan skripsi ini jauh dari kata

sempurna dan masih banyak kekurangan, oleh karena itu diharapkan kepada para pembaca untuk memberikan masukan dan saran yang bersifat membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan terkhusus bagi penulis. Aamiin.

Bandar Lampung, 22 Desember 2020

Penulis

Ebid Diyah Safitri
NPM.16110604



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	iii
PERSETUJUAN.....	iv
PENGESAHAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	8
C. Batasan Masalah.....	8
D. Rumusan Masalah	9
E. Tujuan Penelitian.....	9
F. Manfaat Penelitian.....	9

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Briket	10
1. Struktur Kandungan Bahan Baku	15
2. Bahan Baku	21
3. Pembuatan Biobriket	21
a. Persiapan Bahan Baku	22

b. Persiapan Perekat	23
c. Percetakan	23
d. Perekatan	24
B. Cangkang Biji Karet	27
C. Tandan Kosong Kelapa Sawit	31
D. Komposisi Briket	36
E. Penelitian relevan	43
F. Kerangka Berfikir	46

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian	48
B. Alat dan Bahan Penelitian	48
C. Desain Penelitian	48
D. Parameter Penelitian	49
E. Metode Penelitian	49
F. Cara Kerja	51
1. Persiapan Bahan Baku	51
2. Persiapan Perekat	51
3. Pembriketan	52
4. Prosedur Uji Kualitas Analisa Kadar Air Briket	52
5. Analisa Kadar Abu Briket	53
6. Analisa Uji Kerapatan Briket	54
7. Analisa Kekuatan Tekan Briket	54
8. Uji Shatter <i>Resistance Index</i> Briket	55

G. Teknik Analisis Data	55
H. Alur Kerja Penelitian	56

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembuatan Briket	57
B. Kadar Air	58
C. Kadar Abu	60
D. Kerapatan	62
E. Kuat Tekan	64
F. <i>Shatter Resistance Index</i>	66

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	68
B. Saran	68

DAFTAR PUSTAKA	69
-----------------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Standar Nilai Briket Biocoal Berdasarkan SNI 01-6235-2000.....	13
Tabel 2.2. Komposisi Kimia yang Terkandung Dalam Cangkang Biji Karet	31
Tabel 2.3 Komposisi Kimia Tandan Kosong Kelapa Sawit	34
Tabel 3.1 Desain Penelitian.....	48
Tabel 3.2 Persentase Perlakuan Bahan Penelitian.....	50
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar Air	58
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kadar Abu	61
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kerapatan.....	62
Tabel 4.4 Hasil Pengujian <i>Shatter Resistance Index</i>	65



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Briket.....	10
Gambar 2.2 Canggang Biji Karet.....	29
Gambar 2.3 Tandan Kosong Kelapa Sawit	33
Gambar 4.1. Hasil pengujian Kadar Air Briket	59
Gambar 4.2. Hasil pengujian Kadar Abu Briket	61
Gambar 4.3. Hasil pengujian Kerapatan Briket	63
Gambar 4.4. Hasil pengujian Kuat Tekan Briket	64
Gambar 4.5. Hasil pengujian <i>Shatter Resistance Index</i> Briket	67



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Data Mentah Briket	74
Lampiran Alat dan Bahan	76
Lampiran Hasil Briket.....	82
Lampiran Dokumen	87
Lampiran Kegiatan.....	97



BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Masyarakat Indonesia sebagian besar menggunakan energi yang berasal dari bahan bakar fosil yaitu bahan bakar minyak, batu bara dan gas. Penggunaan bahan bakar fosil memberikan dampak negatif yaitu merusak lingkungan, tidak berkelanjutan dan tidak dapat diperbarui. Menyebabkan semakin menipisnya ketersediaan bahan bakar minyak, perlu adanya pemanfaatan sumber energi alternatif baru yang dapat diperbaharui, agar ramah lingkungan dan dapat dijangkau oleh masyarakat menengah kebawah.¹

Peningkatan pertumbuhan jumlah penduduk menyebabkan permintaan energi semakin meningkat pula. Penggunaan energi pada sektor rumah tangga, industri dan transportasi menyebabkan jumlahnya semakin menipis. Masyarakat yang akan datang tidak dapat mengkonsumsi bahan bakar minyak jika penggunaan bahan bakar fosil dilakukan terus menerus tanpa adanya upaya yang dilakukan. Keterbatasan pengetahuan dan budaya masyarakat juga menjadi salah satu penyebab penggunaan gas kurang sesuai digunakan sebagai pengganti minyak tanah, perlu ada sosialisasi yang panjang di daerah pedesaan. Menyiasati kelangkaan minyak tersebut masyarakat pedesaan lebih memilih menggunakan kayu bakar. Jika hal ini terus berlanjut dapat menimbulkan kerusakan lingkungan.² Dengan demikian perlu diupayakan sumber energi

¹Asri saleh, "Analisis Kualitas Serbuk Gergaji Dengan Penambahan Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar Altrnatif". Jurnal Al-Kimia, Volume 5, No1. (2017). h.21

²Anto susanto dan Tri yanto, "Pembuatan Briket Bioarang Dari Cangkang Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit" *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, Volume 6, No.2(2013) h. 69

alternatif lain yang berasal dari bahan baku yang bersifat kontinyu serta dapat diperbaharui seperti energi biomassa.³

Kebutuhan energi yang semakin meningkat berdampak pada masyarakat dan membebani pemerintah, sehingga harus disubsidi bahan bakar yang berpengaruh terhadap kehidupan masyarakat. Pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Presiden RI No. 5 Tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional yang memuat ketentuan bahwa sumber energi alternatif tertentu adalah jenis sumber energi tertentu pengganti BBM. Percepatan akan penyediaan dalam berbagai pilihan dan adopsi energi alternatif merupakan salah satu langkah yang harus ditempuh kedepannya.

Biomassa merupakan bahan organik yang berpotensi sebagai energi. Biomassa juga dapat digunakan sebagai sumber energi (bahan bakar). Biomassa memiliki kelemahan jika dibakar secara langsung tanpa pengolahan akan menimbulkan penyakit pernafasan yang disebabkan oleh karbon monoksida, SO₂ dan bahan partikulat, karena sifat fisisnya yang kurang baik seperti, kerapatan, energi yang rendah, dan permasalahan penanganan.⁴ Bioarang merupakan bahan bakar alternatif yang paling murah dan dapat dikembangkan secara massal dalam waktu yang relatif singkat. Pemanfaatan sampah biomassa salah satunya yakni dengan memanfaatkan menjadi briket.⁵

Pembuaatan bioarang membutuhkan campuran bahan dengan biomassa. Energi

³Djeni hendra, “ Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Kayu, Bambu, Sabut Kelapa Dan Tempurung Kelapa Sebagai Sumber Energi Alternatif”. *Jurnal Buletin Penelitian Hasil Hutan Vol. 18 No 1* (2014).h.3

⁴Ignatius gunawan widodo, Sutriyatna, Eko widagdo, “Upaya Penerapan Teknologi Pengolahan Arang Tempurung Kelapa Untuk Meningkatkan Nilai Tambah Petani Di Kecamatan Sei Raya Kabupaten Bengkayang”. *Jurnal Iprkas*, Volume 18 No. 1 (2010) h.1

⁵Ilham muzi, Surahma asti mulasari, “Perbedaan Konsentrasi Perekat Antara Briket Bioarang Tanan Kosong Sawit Dengan Briket Bioarang Tempurung Kelapa Terhadap Waktu Didih Air”. *Jurnal Kesmas*, Volume 8, No 1(2014) h.2

biomassa menjadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi) karena beberapa sifatnya yang menguntungkan yaitu, dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang dapat diperbaharui, relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan dan pertanian.⁶ Biomassa yang telah dikembangkan selama ini sebagai campuran dalam pembuatan briket seperti ampas tebu, jerami, sabut kelapa, limbah bambu, ampas aren, dan jarak. Pada penelitian ini peneliti menggunakan cangkang buah karet dan tandan kosong kelapa sawit yang digunakan membuat briket.⁷

Cangkang biji karet adalah bahan yang dikenal sebagai limbah dan kurang bermanfaat sehingga sering dimusnahkan dengan cara dibakar atau dibiarkan begitu saja. Cangkang biji karet dapat dipergunakan sebagai bahan baku pembuatan arang aktif. Ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin maju telah menciptakan beberapa produk dalam bidang pertanian seperti cangkang buah karet dapat dijadikan produk yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta mempunyai potensial untuk diolah menjadi briket arang.⁸ Dilihat secara fisik cangkang biji karet memiliki ciri konstruksi cangkang yang keras mengindikasikan bahwa cangkang biji karet ini mengandung senyawa berupa selulosa, hemiselulosa, dan lignin.⁹

⁶Yaumal arbi, M. Irsad, "Pemanfaatan Limbah Cangkang Kelapa Sawit Menjadi Briket Arang Sebagai Bahan Bakar Alternatif" Volume 5 No. 4 h. 2

⁷ Ninis Hadi Haryati, Rijali Noor, Dwi Aprilia. "Karakterisasi dan Uji Emisi Briket Campuran Cangkang Biji Karet Dan Abu Dasar Batubara". *Seminar Nasional Pendidikan ISBN 976-602-6483-63-8* (2018) h. 204

⁸Prasetyowati, muhammad hermanto, Salman farizy, " Pembuatan Asap Cair daei Cangkang Buah Karet Sebagai Koagulen Lateks". *Jurnal Teknik Kimia*, Volume 20, Nomor 4 (2014) h.14

⁹ I Ketut Suka Astawan, Lya Agustina, Susi. "Pemanfaatan Cangkang Biji Karet Dan (*Havea Brasiliensis*) Dan Cangkang Kemiri (*Aleurites Moluccana*) Sebagai Bahan Baku Biobriket" *Jurnal Ziraa'ah*, Volume 43 Nomor 2, (2018), h.111

Tanaman karet memiliki peranan yang besar dalam kehidupan perekonomian Indonesia. Dimana Indonesia memiliki perkebunan karet terluas di dunia. Dengan kemajuan teknologi saat ini, bidang industri karet juga mengalami kemajuan pesat.¹⁰ Tanaman karet merupakan tanaman tahunan yang mampu memberikan manfaat dalam pelestarian lingkungan, terutama dalam hal penyerapan CO₂ dan penghasil O₂. Karet sebagai komoditi ekspor dan bahan baku industri berperan strategis bagi Indonesia, baik dalam dari segi ekonomi, sosial dan lingkungan. Perkebunan karet Indonesia terluas di dunia. Pada tahun 2012, luasnya mencapai 3,4 juta ha, atau 15% dari luas total perkebunan di Indonesia seluas 22,76 juta ha. Dari total perkebunan karet tersebut, seluas 2,9 juta ha atau 85% merupakan Perkebunan Rakyat (PR). Penyerapan tenaga kerja lebih dari 2,3 juta tenaga kerja yang tersebar ke 25 provinsi, dengan luasan terbesar di Sumatera Utara, kemudian diikuti oleh Sumatera Selatan, Jambi dan Kalimantan Barat.¹¹

Tanaman karet merupakan tanaman tahunan yang dapat hidup sampai berumur sekitar 30 tahun. Indonesia dikenal sebagai salah satu negara penghasil karet terbesar di dunia. Sekitar tiga juta hektar lahan ditanami kebun karet. Tanaman karet dapat menghasilkan 800 biji karet untuk setiap pohonnya per tahun. Pada lahan seluas 1 hektar dapat ditanami sebanyak 400 pohon karet.¹² Atau setiap pohon diperkirakan dapat menghasilkan 320.000 sampai 400.000 biji/tahun. Di Indonesia khususnya pada daerah Sumatera Selatan

¹⁰Op.Cit

¹¹Trisna Ayu Istiani, Hamzari, Ida Arianingsih, "Studi Kesesuaian Perencanaan Tanaman Karet Di Wilayah Kesatuan Pengelolaan Hutan Produksi Model Dampelastinombo Desa Silutung Kecamatan Tinombo Selatan Kabupaten Parigi Moutong". *Jurnal Warta Rimba*, Volume 4, Nomor 2 (2016) h.15

¹² Siaahan S. "Potensi pemanfaatan Limbah Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) Sebagai Sumber Energi Alternatif Biokerosin untuk Keperluan Rumah Tangga". Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 2011. Hal. 102

tanaman karet menjadi salah satu bahan baku dalam produksi lateks. Di Sumatera Selatan tanaman karet memiliki luas yang hampir mencapai 1 juta hektar. Sekitar 900.000 Ha merupakan perkebunan milik masyarakat, dan selebihnya telah dikelola oleh perkebunan swasta.

Pada saat ini perkebunan karet memiliki prosuktivitas yang tinggi disebabkan biji karet terus menerus ada, akan tetapi tidak termanfaatkan, sementara itu harganya rendah sehingga tidak lagi menjadi sandaran utama para petani karet. Permodalan ialah masalahan karet saat ini. Modal sering kali menjadi kendala para petani saat akan memulai usaha perkebunan karet. Sementara itu apabila harga anjlok akan menjadi permasalahan pada perekonomian para petani karet.¹³

Salah satu biomassa lain berasal dari perkebunan ialah tandan kosong kelapa sawit. Di Indonesia terdapat banyak perkebunan tandan kosong kelapa sawit misalnya perkebunan kelapa sawit yang terletak di Kabupaten Kuantan Sengingi, Provinsi Riau dengan luasan 60.546 Ha dengan hasil produksi mencapai 429,453 ton. Jumlah produksi yang besar akan diikuti oleh kuantitas limbah yang besar pula. Salah satu limbah yang dihasilkan adalah TKKS yang mencapai angka 85.890,6 ton atau setara 24,04% dari Tandan Buah Segar (TBS) yang akan diolah.¹⁴

Limbah TKKS tersebut belum dimanfaatkan secara maksimal, sehingga diperlukan penelitian untuk memanfaatkan limbah tersebut menghasilkan briket dengan kualitas yang baik. Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit

¹³ Lucky Leonard dan Lim Fatimah, “Gugur Daun Belum Teratasi, Penurunan Produksi Karet Akal Berlanjut”, Sumatera Selatan, Bisnis.com

¹⁴ I Ketut Suka Astawan, Lya Agustina, Susi. “Pemanfaatan Cangkang Biji Karet Dan (*Havea Brasiliensis*) Dan Cangkang Kemiri (*Aleurites Moluccana*) Sebagai Bahan Baku Biobriket” “*Jurnal Ziraah*”, Volume 43 Nomor 2, (2018) h. 113

sebagai sumber energi berupa briket disamping memberikan keuntungan secara finansial petani juga akan membantu didalam pelestarian lingkungan serta tidak mencemari lingkungan.¹⁵

Antisipasi semakin menipis jumlah sumber utama energi dengan pengupayaan sumber energi alternatif lain yang berasal dari bahan baku yang bersifat kontinyu dan dapat diperbaharui (*renwable*), ramah lingkungan, dan bernilai ekonomis.¹⁶ Masyarakat memerlukan energi yang ekonomis serta menghasilkan nilai kalor yang tinggi. Energi tepat yang mampu membantu dan mempermudah masyarakat untuk pemenuhan keperluan masyarakat.¹⁷

Biomassa cangkang biji karet dan tandan kosong kelapa sawit memiliki kandungan selulosa yang tinggi. Hal ini akan menunjang hasil briket yang optimal karena besarnya hasil kalor dan karbon briket yang didapat. Menurut Mochmad Erwando Among Satmoko semakin tinggi kandungan selulosa dari bahan baku pembuatan briket menyebabkan kadar karbon terikat semakin besar. Sebab, komponen penyusun selulosa adalah karbon. Semakin besar kandungan karbon terikat pada bahan baku, mengakibatkan semakin tinggi nilai kalornya.¹⁸

Maha Besar Allah SWT dengan segala ciptaanya-Nya karena tidak ada sesuatupun di muka bumi ini yang telah diciptakan dengan dengan sia-sia.

Sebagaimana dalam firman-Nya dalam surat Q.S al-Imran ayat 191:

¹⁵ Hijrah Purnama Putra, dkk, “ Studi Kualitas Briket dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Perekat Limbah Nasi”, “*Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*”, zVol.5, No. 1, 2013, h.28

¹⁶Lafas Hanandito, Sulthon Willy, “ Pembuatan Briket Arang Tempurung Kelapa Dari Sisa Bahan Bakar pengasapan Ikan Kelurahan Bandarharjo Semarang”. *Jurnal Teknik Kimia*, (2016) H. 2

¹⁷Op.Cit”

¹⁸ Mochamad Erwando Among Satmoko, Danang Dwi Saputro, Aris Budiyo, “ Karakteristik Briket Dari Limbah Pengolahan Kayu Sengon Dengan Metode Cetak Panas”, “*Jurnal Of Mrchanical Engineering Learning*”, Vol. 2, No. 1, 2013, h.5

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ

وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَنَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya: (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka.

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT menciptakan manusia sebagai makhluk yang terbaik, serta mampu mengolah dan memikirkan ciptaan tuhan-Nya dan tidak menyia-nyiakan nikmat yang telah diberikan.¹⁹ Contohnya dengan adanya tanaman Karet dapat dimanfaatkan getah dan batangnya, dimanfaatkan cangkang bijinya untuk meningkatkan nilai efektifitas tanaman Karet. Sehingga kita dapat mensyukuri dan tidak menyia-nyiakan nikmat yang telah diberikan.

Pengolahan briket relatif sederhana dan prinsipnya dapat dilakukan dengan tujuan menciptakan energi melalui proses pengurangan kadar air yang terkandung dalam suatu bahan. Briket harus memiliki sifat termal yang tinggi dan emisi CO₂ yang dihasilkan rendah sehingga tidak berdampak pada pemanasan global. Cangkang biji karet dan tandan kosong kelapa sawit dapat diubah menjadi arang aktif. Sehingga digunakan untuk mengurangi jumlah

¹⁹Tafsir Al-Jalalin, (On-Line) tersedia dia <https://islamedia.web.id> (15 Desember 2019)

limbah pada industri tanaman karet dan meningkatkan manfaat produk yang berasal dari limbah biomassa.²⁰

Berdasarkan Uraian Diatas, Maka Penulis Tertarik Untuk Melakukan Penelitian Tentang “Pembuatan Briket dari Campuran Cangkang Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) dan Tandan Kosong Kelapa Sawit”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Jumlah kebutuhan energi masyarakat masih banyak bergantung pada bahan bakar fosil.
2. Pemanfaatan campuran cangkang biji karet (*Hevea brasiliensis*) dan tandan kosong kelapa sawit masih kurang optimal.
3. Belum diketahui kombinasi cangkang biji karet (*Hevea brasiliensis*) dan tandan kosong kelapa sawit yang optimal untuk dijadikan briket.

C. Batasan Masalah

Ruang lingkup pada penelitian ini dibatasi masalah sebagai berikut:

1. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang karet (*Hevea brasiliensis*) dan tandan kosong kelapa sawit.
2. Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengamati kadar air, nilai kadar abu, kerapatan briket, kekuatan tekan briket, *shatter resistance index briket*.

²⁰Dwi Irawan, 1,a, Agus Surandono. “Studi Karakteristik Termal Briket Cangkang Biji Karet” *Jurnal Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIII* (SNTTM XIII) (2014) h.965

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: Bagaimana kombinasi briket terbaik cangkang biji karet (*Hevea brasiliensis*) dan tandan kosong kelapa sawit dalam pembuatan briket?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kombinasi briket terbaik dari campuran cangkang biji karet (*Hevea brasiliensis*) dan tandan kosong kelapa sawit.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat yaitu dapat mengolah biomassa berupa cangkang biji karet (*Hevea brasiliensis*) dan tandan kosong kelapa sawit sebagai campuran pembuatan briket serta mengetahui kombinasi briket terbaik dari campuran cangkang biji karet (*Hevea brasiliensis*) dan tandan kosong kelapa sawit.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Briket



Gambar 2.1 Briket
(Sumber: <https://Google.image>)

Biobriket merupakan bahan bakar yang berbentuk padatan dan menjadi bahan bakar alternatif yang dapat dikembangkan secara besar dalam waktu yang relatif cukup singkat dan murah. Briket termasuk bahan yang lunak yang diolah menjadi bahan arang keras dengan bentuk-bentuk tertentu. Kualitas dari briket ini tidak akan kalah dengan kualitas batubara asli atau bahan bakar-bahan bakar jenis arang lainnya.²¹

Kebutuhan energi yang semakin meningkat berdampak pada masyarakat dan membebani pemerintah, sehingga harus disubsidi bahan bakar yang berpengaruh terhadap kehidupan masyarakat. Pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Presiden RI No. 5 Tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional yang memuat ketentuan bahwa sumber energi alternatif tertentu adalah jenis sumber energi tertentu pengganti BBM. Percepatan akan penyediaan dalam berbagai pilihan dan adopsi energi alternatif merupakan salah satu langkah

²¹Petir Papilo, “Briket Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Alternatif Yang Bernilai Ekonomis Dan Ramah Lingkungan”. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*. Volume 09, nomor 2 (2012) h. 68

yang harus ditempuh kedepannya. Di antaranya hal ini dapat dicapai melalui produksi jenis bahan bakar padat, seperti briket berbahan baku biomassa (tebu tibarau). Teknologi pembriketan bahan bakar dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu pembriketan bertekanan tinggi, pembriketan tekanan medium dengan pemanas, dan pembriketan bertekanan rendah dengan bahan pengikat.²²

Salah satu energi terbarukan yang mempunyai potensi besar di Indonesia adalah biomassa. Sebagaimana kebijakan dalam pengembangan energi terbarukan dan konversi Energi Departemen ESDM (2016) disebutkan bahwa potensi energi biomassa di Indonesia cukup mencapai 49.8 GWe.²³ Potensi biomassa yang berasal dari limbah hasil pertanian dan kehutanan merupakan bahan yang tidak berguna namun dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi bahan bakar alternatif, yaitu dengan mengubahnya menjadi briket yang memiliki nilai kalor lebih tinggi dari pada biomassa melalui proses pirolisis. Pemanfaatan bahan bakar dari limbah yang tidak dapat digunakan lagi dapat diolah menjadi bahan bakar padat dalam bentuk briket. Masing-masing bahan memiliki sifat tertentu untuk dimanfaatkan sebagai briket namun yang paling penting adalah bahan tersebut memiliki sifat termal yang tinggi.²⁴

Biomassa campuran dalam pembuatan biobriket yang telah banyak dikembangkan adalah tempurung kelapa, sabut kelapa, cangkang biji karet, limbah bambu, ampas aren, ampas tebu, jerami, jarak, sekam padi, limbah

²² Hendri Nurdin, Hasanuddin, Darmawi. "Karakteristik Nilai Kalor Briket Tebu Tibarau sebagai Bahan Bakar Alternatif", *"Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi"*, Vol. 18 No.1, 2018. Hal. 20

²³ Ibid. hal. 20

²⁴ Lilih Sulistyaningarti dan budi Utami. "Pembuatan Briket Arang Dari Limbah organic Tongkol Jagung Dengan Menggunakan Variasi Jenis Dan Persentase Perekat", *"Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia"*, Vol. 2, No, 1. 2017. Hal.45

batang singkong, jerami, batok kelapa, serbuk gergaji, tandan kosong kelapa sawit dan dedaunan.²⁵ Cangkang biji karet juga mempunyai potensi sebagai bahan dasar pembuatan briket di Indonesia karena ketersediaannya dalam jumlah besar dan pemanfaatannya belum optimal. Energi biomassa dengan metode pembuatan briket dengan mengkonversi bahan baku padat menjadi suatu bentuk hasil kompaksi yang lebih digunakan. Briket yang memiliki kualitas yang baik adalah yang memiliki kadar karbon tinggi dan kadar abu rendah, karena dengan kadar karbon tinggi maka energi yang dihasilkan juga tinggi.²⁶

Berdasarkan gagasan Budi Nining Widiarti, menyatakan:

“Briket yang memiliki karakteristik baik ialah memiliki sifat seperti tekstur yang halus, tidak mudah pecah, keras dan aman digunakan serta penyalaan yang baik seperti nyala briket dengan waktu yang lama, asap sedikit, serta memiliki jumlah kalor yang tinggi. Pembuatan briket biomassa memerlukan penambahan bahan perekat untuk meningkatkan sifat fisik dari briket. Adanya penambahan kadar perekat yang sesuai pada pembuatan briket akan meningkatkan nilai kalor briket tersebut. Dalam pembuatan biobriket aspek perekat memiliki peranan penting dalam menentukan nilai kalor dan laju pembakaran.”²⁷

Teknologi di dalam proses pembuatan briket bisa dilakukan dengan cara sederhana dan menggunakan mesin. Proses pembuatan sederhana, murah, dan efisien hingga menghasilkan briket yang terbaik sesuai dengan standar sangat

²⁵ Rosdiana Moeksin, Kgs. Ade Anggara Pratama, Dwi Riski Tyani, “Pembuatan Briket Biorang Dari Campuran Limbah Tempurung Kelapa Sawit Dan Cangkang Biji Karet”. *Jurnal Teknik Kimia*, volume 23, Nomor 3 (2017) h.152

²⁶ Budi Nining Widiarti, Purnamasari Sitohang, Edhi Sarwono. “Penggunaan Tongkol Jagung Akan Meningkatkan Nilai Kalor Pada Briket”. *“Jurnal Integritas Proses”*, Vol.6, No.1, 2016. Hal 18.

²⁷ Lilih Sulistyaningkartti dan budi Utami. “Pembuatan Briket Arang Dari Limbah organik Tongkol Jagung Dengan Menggunakan Variasi Jenis Dan Persentase Perekat”, *“Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia”*, Vol. 2, No, 1. 2017. Hal.45

diperlukan karena dapat memberikan keuntungan bagi pihak tertentu. Standar nilai biobriket berdasarkan SNI dapat dilihat pada tabel 2.1.

No	Analisa Standar Nilai Briket	Nilai
1.	Kandungan air total	< 8 %
2.	Kadar Abu	< 8 %
3.	Nilai kalor	4.400 kal/gr
4.	Kuat tekan	> 60 Kg/cm ²
5.	Daya tahan banting	> 95 %
6.	Kerapatan	0,440 g/cm ³
7.	Laju Pembakaran	-

Tabel 2.1. Standar Nilai Briket Biocoal Berdasarkan SNI 01-6235-2000.

Syarat biobriket yang baik adalah briket yang memiliki permukaan yang halus dan tidak meninggalkan bekas-bekas hitam di tangan. Selain itu, briket harus memenuhi kriteria-kriteria berikut:²⁸

- 1) Tekstur yang halus, keras dan tidak mudah pecah.
- 2) Mudah dinyalakan, dan semakin lama menyala dengan nyala api yang konstan maka akan semakin baik (waktu nyala yang cukup lama).
- 3) Nilai kalor yang tinggi.
- 4) Asap yang dihasilkan sedikit dan asap cepat hilang.
- 5) Emisi gas hasil dari pembakaran tidak mengandung racun.
- 6) Menunjukkan upaya laju pembakaran (seperti: waktu, laju pembakaran, dan suhu pembakaran) yang baik.

Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat briket adalah berat jenis bahan, kehalusan serbuk, suhu karbonisasi, tekanan pengempaan, dan pencampuran

²⁸Rosdiana Moeksin, Kgs. Ade Anggara Pratama, Dwi Riski Tyani, "Pembuatan Briket Biorang Dari Campuran Limbah Tempurung Kelapa Sawit Dan Cangkang Biji Karet". *Jurnal Teknik Kimia*, volume 23, Nomor 3 (2017) h.152

formula bahan baku briket. Selain itu, pencampuran formula dengan briket juga mempengaruhi sifat briket dan syarat-syarat briket yang baik adalah briket yang permukaannya halus dan tidak meninggalkan bekas hitam di tangan. Proses pembriketan adalah proses pengolahan yang mengalami perlakuan penumbukan, pencampuran bahan baku, percetakan, dan pengeringan dengan kondisi tertentu, sehingga diperoleh briket yang mempunyai bentuk, ukuran fisik, dan sifat kimia tertentu.²⁹

Beberapa tipe/bentuk briket yang umum dikenal, antara lain: bantal (oval), sarang tawon (*honey comb*), silinder (*cylinder*), telur (*egg*), dan lain-lain. Secara umum beberapa spesifikasi briket yang dibutuhkan adalah daya tahan briket, ukuran dan bentuk yang sesuai untuk penggunaannya bersih terutama bentuk sektor rumah tangga, bebas gas-gas berbahaya, sifat pembakaran yang sesuai dengan kebutuhan. Keuntungan yang di peroleh dari penggunaan briket antara lain biaya yang relatif murah, alat yang di gunakan untuk pembuatan briket cukup sederhana dan bahan bakunya pun sangat murah, bahkan tidak perlu membeli karena berasal dari sampah, daun-daun kering, limbah pertanian yang berguna lagi. Bahan baku untuk pembuatan briket umumnya telah tersedia disekitar kita. Briket dalam penggunaannya menggunakan tungku yang relatif kecil dibandingkan dengan tungku yang lainnya.³⁰

²⁹ Budi Nining Widiarti, Purnamasari Sitohang, Edhi Sarwono. "Penggunaan Tongkol Jagung Akan Meningkatkan Nilai Kalor Pada Briket". "*Jurnal Integritas Proses*", Vol.6, No.1, 2016. Hal 18.

³⁰ Danang Dwi Saputro, Widi Widayat, " Karakterisasi Limbah Pengolahan Kayu Sengon Sebagai Bahan Bakar Alternatif", "*Jurnal Sainteknol*", Vol.14, No. 1, 2016. Hal. 22

1. Struktur Kandungan Bahan Baku

a. Pengertian

1) Lignoselulosa

Lignoselulosa merupakan biomassa yang berasal dari tanaman dengan komponen utama lignin, hemiselulosa dan selulosa. Ketersediaannya yang cukup melimpah terutama sebagai limbah pertanian, perkebunan, dan kehutanan yang berpotensi sebagai salah satu sumber energi melalui proses konversi baik proses fisika, kimia maupun biologis. Lignoselulosa mengandung tiga komponen penyusun utama yaitu lignin (10-25%), hemiselulosa (20-35%), dan selulosa (35-50%). Pada alam biasanya komponen utama penyusun lignoselulosa membentuk kerangka utama dinding sel tumbuhan.³¹ Serat alam yaitu komposit yang tersusun atas hemiselulosa, pektin dan lignin sebagai matrik dan selulosa sebagai penguat matrik dan selulosa sebagai penguat matrik.³²

Dilihat secara fisik cangkang biji karet memiliki ciri konstruksi cangkang yang keras mengindikasikan bahwa cangkang biji karet ini mengandung senyawa berupa selulosa, hemiselulosa, dan lignin.³³

Komponen utama tandan kosong kelapa sawit ialah selulosa dan

³¹ Effendi Tri Bahtiar, dkk., "Pengaruh Komponen Kimia dan Ikatan Pembuluh terhadap Kekuatan Tarik Bambu", *"Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil"*, ISSN 0853-2982 Vol. 23 No. 1 2016, h.32

³² Ismail Passue, Ellen J. Saleh, Syamsul Bahri, "Analisis Lignin, Selulosa, dan Hemiselulosa Jerami Jagung hasil di Fermentasi *Tricoderma viride* dengan Masa Inkubasi yang Berbeda", *"Jambura Jurnal of Animal Science"*, Vol.1, No.2 2019. h.64

³³ I Ketut Suka Astawan, Lya Agustina, Susi. "Pemanfaatan Cangkang Biji Karet Dan (*Havea Brasiliensis*) Dan Cangkang Kemiri (*Aleurites Moluccana*) Sebagai Bahan Baku Biobriket" *Jurnal Ziraa'ah*, Volume 43 Nomor 2, (2018), h.111

lignin. Selulosa adalah senyawa karbon yang terdiri dari 1000 unit glukosa yang terikat oleh ikatan beta 1,4 glikosida dan dapat dikomposisi oleh berbagai organisme selulolitik menjadi senyawa C sederhana. Sedangkan lignin merupakan komponen yang sulit terdegradasi. Senyawa ini merupakan polimer struktural yang berasosiasi dengan selulosa dan hemiselulosa.³⁴

2) Lignin

Lignin merupakan bagian dari dinding sel tanaman dengan polimer terbanyak setelah selulosa.³⁵ Lignin adalah polimer berkadar aromatik-fenolik yang tinggi merekatkan serat selulosa dan hemiselulosa sehingga menjadi kuat, berwarna kecoklatan, dan relatif lebih mudah teroksidasi. Sementara itu struktur kimia lignin sangat kompleks dan tidak berpola sama.³⁶

Menurut Tilman dalam penelitian Novi Pertiwi menyatakan lignin adalah salah satu zat komponen penyusun tumbuhan, komposisi bahan penyusun ini berbeda-beda tergantung jenisnya. Lignin terakumulasi pada batang tumbuhan berbentuk pohon dan semak, lignin berfungsi sebagai bahan pengikat komponen penyusun lainnya, sehingga suatu pohon bisa berdiri tegak. Lignin adalah gabungan

³⁴ Happy Widiastuti, dan Tri Panji, Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sisa Jamur Merang (*Volvariella volvacea*) Sebagai Pupuk Organik Pada Pembibitan Kelapa Sawit, "Jurnal Menara Perkebunan", Vol.75, No.2, 2007, h. 70

³⁵ Ibid., h.278

³⁶ Devi, dkk. "Kandungan Lignin, Hemiselulosa, dan Selulosa Pelepah Salak Pada Perlakuan Awal Secara Fisik, Kimia, Biologi", "Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem", Vol.7 No.2. 2019. h.274-25

beberapa senyawa yang hubungannya erat satu sama lain, mengandung karbon, hidrogen dan oksigen, namun proporsi karbonnya lebih tinggi dibanding senyawa karbohidrat. Hal itu didukung oleh Subarjo yang menyatakan lignin sering digolongkan sebagai karbohidrat karena hubungannya dengan selulosa dan hemiselulosa dalam menyusun dinding sel, namun lignin bukan karbohidrat. Hal ini ditunjukkan oleh proporsi karbon yang lebih tinggi pada lignin.³⁷

3) Selulosa

Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman. Kandungan selulosa pada dinding sel tanaman tingkat tinggi sekitar 35-50% dari berat kering tanaman. Selulosa adalah zat penyusun tanaman yang terdapat pada struktur sel. Struktur ikatan hemiselulosa dan lignin pada lignoselulosa terbentuk secara kovalen dan melapisi selulosa.³⁸ Selulosa berasosiasi dengan hemiselulosa dan lignin membentuk kerangka dari dinding sel tanaman.

Komposisi kimia dan struktur kebanyakan bahan yang mengandung selulosa bersifat kuat dan keras. Sifat kuat dan keras yang dimiliki oleh sebagian besar bahan berselulosa membuat bahan tersebut sukar terdegradasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi

³⁷ Novi Pertiwi, "Kandungan Lignin, Selulosa, Hemiselulosa Dan Tanin Limbah Kulit Kopi Yang Difermentasi Menggunakan Jamur *Aspergillus niger* Dan *Trichoderma viride*", "*Skripsi*", Universitas Makassar, 2016, h.8

³⁸ Ibid, h.21

degradasi salah satunya yaitu substrat.³⁹ Ukuran dan komponen senyawa yang menyusun substrat merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi degradasi. Degradasi akan berlangsung lebih cepat bila ukuran substrat lebih kecil dan senyawa penyusunnya lebih sederhana. Sebaliknya, jika ukuran substrat lebih besar dan senyawa penyusunnya lebih kompleks dibutuhkan waktu lebih lama untuk mendegradasinya.

4) Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan kelompok polisakarida heterogen dengan berat molekul rendah. Jumlah hemiselulosa biasanya antara 15 dan 30 persen dari berat kering bahan lignoselulosa. Hemiselulosa relatif lebih mudah dihidrolisis dengan asam menjadi monomer yang mengandung glukosa, mannos, galaktosa, xilosa dan arabinosa. Hemiselulosa mengikat lembaran serat selulosa membentuk mikrofibril yang meningkatkan stabilitas dinding sel. Hemiselulosa juga berikatan silang dengan lignin membentuk jaringan kompleks dan memberikan struktur yang kuat.

b. Perbedaan Selulosa dan Hemiselulosa

Adapun perbedaan selulosa menurut Efendi Tri Bahtiar sebagai berikut:

Komponen kimia dinding sel, yaitu holoselulosa (selulosa dan hemiselulosa) dan lignin merupakan satu kesatuan yang tidak terpisahkan.

³⁹ Devi, dkk. "Kandungan Lignin, Hemiselulosa, dan Selulosa Pelepah Salak Pada Perlakuan Awal Secara Fisik, Kimia, Biologi", "*Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*", Vol.7 No.2. 2019. h.274-25

Lignin dan holoselulosa sulit terdegradasi baik secara kimia maupun mekanis. Peningkatan kandungan lignin tentu menurunkan kandungan holoselulosa pada dinding sel. Peningkatan kandungan salah satu komponen (lignin ataupun holoselulosa) diduga tidak selalu meningkatkan kekuatan seratnya. Holoselulosa menurut Somerville pada penelitian Efenndi Tri Bahtiar merupakan fraksi polisakarida yang tersusun atas selulosa dan hemiselulosa.

1) Hemiselulosa

Hemiselulosa tersusun dari bermacam-macam jenis gula. Lima gula netral, yaitu glukosa, mannososa, galaktosa (heksosan), xilosa dan arabinosa (pentosan) merupakan konstituen utama hemiselulosa. Rantai utama hemiselulosa dapat terdiri hanya satu jenis monomer (homopolimer), seperti xilan, atau terdiri atas dua jenis atau lebih monomer (heteropolimer), seperti glukomannan. Hemiselulosa tersusun atas beberapa polimer, yaitu kiloglukan, glukorono-arabino-xilan, xilan, mannan, kalose sebagai campuran rantai glukukan yaitu 1.3 glukukan, 1.3-1.4 glukukan, dan galaktomanan.⁴⁰

Hemiselulosa mengikat lembaran serat selulosa membentuk mikrofibril yang meningkatkan stabilitas dinding sel. Hemiselulosa mengisi ruang antara serat-serat selulosa dan dominan pada daerah amorph karena bentuk molekulnya yang lebih kompleks. Sebagai polimer linier berantai panjang, Sjostrom menyatakan selulosa

memberikan sumbangan kekuatan serat yang lebih besar daripada hemiselulosa.

2) Selulosa

Rantai selulosa terdiri dari satuan glukosa anhidrida yang saling berikatan melalui atom karbon pertama dan ke empat. Ikatan yang terjadi adalah ikatan β 1,4-glikosidik. Secara alamiah molekul-molekul selulosa tersusun dalam bentuk fibril-fibril yang terdiri dari beberapa molekul selulosa yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik. Fibril-fibril ini membentuk struktur kristal yang dibungkus oleh lignin. Komposisi kimia dan struktur yang demikian membuat kebanyakan bahan yang mengandung selulosa bersifat kuat dan keras. Sifat kuat dan keras yang dimiliki oleh sebagian besar bahan berselulosa membuat bahan tersebut sukar terdegradasi dan tahan terhadap peruraian secara enzimatik.

Selulosa merupakan polimer linier dengan derajat polimerasi tinggi. Struktur kimia selulosa adalah $(C_6H_{10}O_5)_n$. Selain selulosa, pada dinding sel juga terdapat polisakarida hemiselulosa yaitu xyloglucans, glucomannans, xylans, dan mixedlinkage glucans. Struktur kimia hemiselulosa lebih heterogen daripada selulosa.⁴¹

⁴¹ Effendi Tri Bahtiar, dkk., “Pengaruh Komponen Kimia dan Ikatan Pembuluh terhadap Kekuatan Tarik Bambu”, *“Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil”*, ISSN 0853-2982 Vol. 23 No. 1 2016, h,32

2. Bahan Baku

Biobriket dapat dibuat dari bahan baku yang berbeda, seperti tandan kosong kelapa sawit dan cangkang biji karet. Bahan utama yang harus ada dalam bahan baku adalah selulosa. Semakin tinggi kandungan dari selulosa maka akan semakin baik kualitas dari biobriket. Biobriket mengandung zat terbang yang terlalu tinggi akan cenderung mengeluarkan asap dan bau yang tidak sedap. Bahan baku dalam pembuatan biobriket yang baik yaitu memiliki ukuran partikel arang sekitar 25-60 mesh. Ukuran partikel arang yang terlalu besar akan lebih sukar dilakukan perekatan, sehingga akan mempengaruhi keteguhan tekanan yang diberikan. Proses pembuatan biobriket memerlukan perekat yang bertujuan untuk mengikat partikel-partikel arang sehingga menjadi kompak. Mutu briket yang baik adalah briket yang memenuhi standar mutu agar dapat digunakan sesuai keperluannya. Sifat-sifat penting dari briket yang mempengaruhi kualitas bahan bakar adalah sifat fisik dan sifat kimia seperti kadar air, kadar abu, dan nilai kalor.⁴²

3. Pembuatan Biobriket

Pemilihan dari proses pembuatan biobriket harus mengacu pada permintaan pasar agar dapat dicapai nilai ekonomi, teknis serta lingkungan yang optimal. Pembuatan biobriket bertujuan memperoleh suatu bahan bakar dengan kualitas yang tinggi dan dapat digunakan oleh semua sektor

⁴² Muhammad Saukani, Rukun Setyono, Ice Trianiza. "Pengaruh Jumlah Perekat Karet Terhadap Kualitas Briket Cangkang Sawit" *Jurnal Fisika FLUX*. Volume 1, Nomor 1 (2019) H.160

sebagai salah satu bahan bakar alternatif dengan kualitas yang hampir sama. Beberapa tipe atau bentuk biobriket yang umum dikenal, adalah: bentuk bantal (*oval*), bentuk sarang tawon (*honey comb*), bentuk silinder (*cylinder*), bentuk telur (*egg*).⁴³

Sebelum dibuat biobriket, biomassa harus diubah terlebih dahulu dalam bentuk yang lebih kecil, kemudian bahan tersebut dihaluskan serta dikeringkan, dicampur dan dicetak dalam berbagai bentuk briket seperti silinder, kubus dan telur. Dari beberapa hasil penelitian, secara umum nilai kalor yang dihasilkan dari biobriket ternyata tidak berbeda nyata dibandingkan dengan briket batubara. Oleh karena itu, biobriket dapat digunakan sebagai bahan bakar.⁴⁴

a. Persiapan Bahan Baku

Pengecilan bahan baku dilakukan dengan menggunakan beberapa alat diantaranya golok, mesin penggiling kopi, hammer mill. Sementara batubara diperkecil menggunakan alu/lesung menggunakan ayakan *tyler meinzer II* ukuran partikel 25 mesh.

Adapun persiapan bahan baku adalah:

- 1) Cangkang biji karet dan tandan kosong kelapa sawit dibersihkan, kemudian dijemur di bawah terik matahari kurang lebih 7 hari.
- 2) Ukuran cangkang biji karet, tandan kosong kelapa sawit, dan batubara dikecilkan menggunakan lesung kemudian diperkecil lagi

⁴³Rosdiana Moeksin, Kgs. Ade Anggara Pratama, Dwi Riski Tyani, "Pembuatan Briket Biorang Dari Campuran Limbah Tempurung Kelapa Sawit Dan Cangkang Biji Karet". *Jurnal Teknik Kimia*, volume 23, Nomor 3 (2017) h.152

⁴⁴Yudi Setiawan, Eka Sari W, Ibnu Dinar. "Campuran Kulit Ketela Pohon Dan Cangkang Buah Karet Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Briket." *Jurnal Teknik Mesin Vol. 5 No. 1*, (2019) h.22

menggunakan *hammer mill*.

- 3) Cangkang biji karet, tandan kosong kelapa sawit dan batubara dihaluskan menjadi serbuk dengan ukuran 25 *mesh* menggunakan ayakan *tyler meinzer II* ukuran partikel 25 *mesh*.

b. Persiapan Perekat

Adapun tahapan persiapan perekat adalah:

- 1) Perekat ditimbang sebanyak 20% (120 gram) dari total campuran massa bahan,
- 2) Perekat dilarutkan dengan *aquadest* perbandingan 1:10, aduk rata,
- 3) Larutan perekat tepung tapioka dipanaskan di atas kompor hingga warna berubah,
- 4) Campuran tepung tapioka dan *aquadest* diaduk menggunakan sendok pengaduk selama 6-7 menit hingga tepung tapioka dan air merata secara sempurna, terasa lengket dan kental apabila disentuh dan warnanya putih transparan,
- 5) Setelah selesai, dilanjutkan pencampuran bahan baku dengan perekat tapioka.

c. Percetakan

Tujuan tekanan pemampatan adalah untuk menciptakan kontak antara permukaan bahan yang akan direkat dan bahan perekatnya. Bahan perekat dicampurkan dan setelah itu tekanan akan mulai diberikan, perekat masih dalam fase cair akan mulai mengalir ke permukaan bahan. Pada saat bersamaan dengan terjadi aliran, maka perekat juga

akan mengalami perpindahan dari permukaan yang telah diberi perekat ke permukaan yang belum terkena perekat. Apabila semakin tinggi tekanan yang diberikan, maka akan menghasilkan biobriket dengan kerapatan dan juga keteguhan tekan yang semakin tinggi juga.⁴⁵

Tahap pencetakan biobriket dilakukan dengan memberikan tekanan menggunakan alat kempa. Pemberian tekanan pada biobriket akan menyebabkan pemadatan atau pengecilan volume biobriket, sehingga luas kontak akan menjadi lebih besar dan memungkinkan terjadinya ikatan antar partikel biobriket yang lebih baik.⁴⁶

d. Perekatan

Perekat adalah suatu zat atau bahan yang memiliki kemampuan untuk mengikat dua benda melalui ikatan permukaan. Beberapa istilah lain dari perekat yang memiliki kekhususan meliputi *glue*, *mucilage*, *paste*, dan *cement*. *Glue* merupakan perekat yang terbuat terbuat dari protein hewani, seperti kulit, kuku, urat, otot, dan tulang yang secara luas digunakan dalam industry pengerjaan kayu. *Mucilage* merupakan perekat yang dipersiapkan dari getah dan air serta diperuntukkan terutama untuk perekat kertas. *Paste* merupakan perekat pati (*starch*) yang dibuat melalui pemanasan campuran pati dan air serta dieprtahanakan berbentuk pasta. *Coment* adalah istilah yang digunakan

⁴⁵Rosdiana Moeksin, Kgs. Ade Anggara Pratama, Dwi Riski Tyani, "Pembuatan Briket Biorang Dari Campuran Limbah Tempurung Kelapa Sawit Dan Cangkang Biji Karet". *Jurnal Teknik Kimia*, volume 23, Nomor 3 (2017) h.154

⁴⁶Ibid Rosdiana Moeksin, Kgs. Ade Anggara Pratama, Dwi Riski Tyani h.154

untuk perekat yang baha dasarnya karet dan mengeras melalu pelepasan pelarut.⁴⁷

Tapioka akan menimbulkan asap yang relatif sedikit jika dibandingkan perekat-perekat lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biobriket dengan menggunakan perekat tepung tapioka akan sedikit menurunkan nilai kalor dibandingkan dengan nilai kalor dari kayu aslinya.⁴⁸ Pengaruh kadar perekat pada briket arang akan menaikkan nilai kadar air, kadar abu dan kadar zat menguap briket sehingga akan menurunkan kadar karbon terikat briket.⁴⁹

Perekat memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kadar karbon terikat briket, dilihat dari penambahan kadar perekat pada tiap-tiap perlakuan dapat menurunkan nilai kadar karbon terikat briket. Hal ini disebabkan oleh perbandingan perekat menaikkan nilai kadar air (4,52-6,75), kadar abu (15,19-17,45%), dan kadar zat menguap (12,57-14,66%) sehingga menurunkan kadar karbon tetap. Pengaruh penambahan kadar perekat tapioka akan menaikkan kadar air, kadar abu, dan kadar zat menguap sehingga akan mempengaruhi nilai kadar karbon terikat briket cangkang buah karet.⁵⁰ Semakin tinggi kadar perekat yang diberikan pada setiap perlakuan maka akan menurunkan nilai kalor briket. Hal ini disebabkan karena penambahan perekat yang terlalu

⁴⁷ Andi Muhammad Ilyas, "Bubur Kertas Untuk Perekat Briket Serbuk Gergaji sebagai Sumber Energi Alternatif", " *Jurnal Ilmiah Setrum*", Vol. 5, No. 2, 2016. Hal. 68

⁴⁸ Ibid. Rosdiana Moeksin, Kgs. Ade Anggara Pratama, Dwi Riski Tyani h.154.

⁴⁹ Ahmad Reza, Akhyar Ali, Raswen Efendi. "Perbandingan Kadar Perekat Tapioka Dengan Arang Dari Cangkang Buah Karet Terhadap Briket Arang" *Jurnal JOM UR* " Vol. 5 Edisi 2 (2018) h. 4.

⁵⁰ Ibid. Ahmad Reza, Akhyar Ali, Raswen Efendi h. 4.

tinggi dapat menyebabkan penurunan nilai kalor briket arang.⁵¹

Perekat diperlukan dalam pembuatan briket bioarang. Hal ini karena sifat alami bubuk arang yang cenderung saling memisah. Dengan bantuan bahan perekat atau lem, butir-butir arang dapat disatukan dan dibentuk sesuai kebutuhan. Pemilihan jenis perekat sangat berpengaruh terhadap kualitas bioarang. Hal ini disebabkan perekat akan mempengaruhi kalor pada saat pembakara.⁵²

Dengan pemakaian bahan perekat maka tekanan akan jatuh lebih kecil bila dibandingkan dengan briket tanpa bahan perekat, dengan adanya perekat maka ikatan antar partikel akan semakin kuat, butir-butiran arang akan saling mengikat yang menyebabkan air terikat dalam pori-pori briket. Penggunaan bahan perekat dimaksudkan untuk menarik air dan membentuk tekstur yang padat atau mengikat dua substrat yang akan diretakkan. Dengan adanya bahan perekat maka susunan partiket akan semakin baik, teratur dan lebih padat sehingga dalam proses pengempaan keteguhan dan briket akan semakin baik.⁵³

Adapun macam-macam perekat adalah sebagai berikut:⁵⁴

- 1) Perekat/pengikat organik adalah perekat yang sangat efektif, harganya tidak terlalu mahal dan ketika dibakar menghasilkan sedikit

⁵¹ Ibid. Ahmad Reza, Akhyar Ali, Raswen Efendi h.4

⁵² Ilham muzi, Surahma asti mulasari, "Perbedaan Konsentrasi Perekat Antara Briket Bioarang Tanan Kosong Sawit Dengan Briket Bioarang Tempurung Kelapa Terhadap Waktu Didih Air". *Jurnal Kesmas*, Volume 8, No 1(2014) h.2

⁵³ Ibid. Ilham muzi, Surahma asti mulasari, h.2

⁵⁴ Rosdiana Moeksin, Kgs. Ade Anggara Pratama, Dwi Riski Tyani, "Pembuatan Briket Biorang Dari Campuran Limbah Tempurung Kelapa Sawit Dan Cangkang Biji Karet". *Jurnal Teknik Kimia*, volume 23, Nomor 3 (2017) h.153.

abu. Contohnya adalah kanji, aspal, tar, parafin, amilum, dan molase.

- 2) Perakat/pengikat anorganik adalah perakat yang akan dapat menjaga ketahanan suatu briket pada saat proses pembakaran, sehingga briket ini akan menjadi tahan lama. Perakat anorganik juga memiliki daya lekat yang relatif kuat dibandingkan dengan perakat organik, namun harganya lebih mahal jika dibandingkan dengan perakat organik dan akan menghasilkan abu yang lebih banyak. Contohnya adalah lempung, semen, dan natrium silikat.
- 3) Tepung tapioka termasuk dalam klasifikasi sebagai bahan perakat organik perakat tepung.

Perakat diperlukan dalam pembuatan briket. Hal ini dikarenakan sifat alami bubuk komposisi yang cenderung saling memisah. Dengan bantuan bahan perakat, butiran-butiran komposisi briket dapat disatukan dan dibentuk sesuai kebutuhan. Pemilihan jenis perakat sangat berpengaruh terhadap kualitas briket. Hal ini disebabkan perakat akan mempengaruhi kalor pada saat pembakaran.⁵⁵

B. Cangkang Biji Karet

Tanaman karet termasuk dalam genus *hevea* dari family Euphorbiaceae yang merupakan pohon kayu tropis yang berasal dari hutan Amazon, Brazil. Di dunia, setidaknya 2.500 spesies tanaman diakui dapat memproduksi lateks, tetapi *Hevea brasiliensis* saat ini merupakan satu-satunya sumber komersial produksi karet alam dikarenakan memiliki kualitas fisik dan kuantitas lateks

⁵⁵ Petrus Patandung, "Pengaruh Jumlah Tepung Kanji Pada Pembuatan Briket Arang Tempurung Pala", "Jurnal Penelitian Teknologi Industri", Vol. 6, No. 2, 2014. h.96

yang penting untuk produksi karet alam. Karet alam memiliki ketahanan sobek dibandingkan dengan karet sintesis. *Hevea brasiliensis* dibudidayakan secara intensif di Indonesia.⁵⁶

Tanaman karet berbentuk kotak tiga atau empat. Setelah berumur enam bulan buah karet akan masak dan pecah, sehingga biji karet akan lepas dari tempurungnya. Biji karet berbentuk bulat dengan panjang 2,5-3 cm, beratnya 2-4 gram/biji. Biji karet terdiri dari 40-50% kulit yang berwarna coklat.⁵⁷

Klasifikasi tanaman karet adalah sebagai berikut:

Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Bangsa : Euphorbiales
 Suku : Euphorbiaceae
 Marga : *Hevea*
 Jenis : *Hevea brasiliensis*

Pemanfaatan dari cangkang biji karet yang masih kurang optimal, jika dibandingkan dengan bagian lainnya dari biji karet, bagian cangkang termasuk bagian yang mengandung selulosa yang cukup banyak, sehingga bagian ini cukup potensial untuk diolah menjadi produk biomassa yakni biobriket, yang

⁵⁶ Ninis Hadi Haryati ,Rijali Noor, Dwi Aprilia. “Karakterisasi dan Uji Emisi Briket Campuran Cangkang Biji Karet Dan Abu Dasar Batubara”. *Seminar Nasional Pendidikan ISBN 976-602-6483-63-8* (2018) h. 204

⁵⁷ Rosdiana Moeksin, Kgs. Ade Anggara Pratama, Dwi Riski Tyani, “Pembuatan Briket Biorang Dari Campuran Limbah Tempurung Kelapa Sawit Dan Cangkang Biji Karet”. *Jurnal Teknik Kimia*, volume 23, Nomor 3 (2017) h.155

sangat bermanfaat dan bernilai jual yang tinggi. Hal ini akan membuat cangkang biji karet menjadi termanfaatkan.⁵⁸



Gambar 2.2 Cangkang Biji Karet
(Sumber Pribadi)

Tanaman karet adalah tanaman asli dari Brazil yang memiliki nama latin adalah *Hevea Brasiliensis*. Tanaman ini merupakan tanaman tahunan yang dapat hidup sampai berumur sekitar 30 tahun. Indonesia dikenal sebagai salah satu negara penghasil karet terbesar di dunia. Sekitar tiga juta hektar lahan ditanami kebun karet. Tanaman karet dapat menghasilkan 800 biji karet untuk setiap pohonnya per tahun. Pada lahan seluas 1 hektar dapat ditanami sebanyak 400 pohon karet.⁵⁹ Di Indonesia khususnya pada daerah Sumatera Selatan tanaman karet menjadi salah satu bahan baku dalam produksi lateks. Di Sumatera Selatan tanaman karet memiliki luas yang hampir mencapai 1 juta

⁵⁸ Faisol Asip, Elvia Sandra, Suzy Nykhasanah, “Pengaruh Temperatur Karbonisasi dan komposisi Arang Terhadap Kualitas Biobriket dari Campuran Cangkang Biji Karet dan Kulit Kacang Tanah”, “Jurnal Teknik Kimia” Vol. 23, No. 1, 2017, h. 29.

⁵⁹ Siaahan S. “Potensi pemanfaatan Limbah Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) Sebagai Sumber Energi Alternatif Biokerosin untuk Keperluan Rumah Tangga”. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 2011. Hal. 102

hektar. Sekitar 900.000 Ha merupakan perkebunan milik masyarakat, dan selebihnya telah dikelola oleh perkebunan swasta.⁶⁰

Biji karet terdiri atas kulit, cangkang, tempurung, dan daging buah. Cangkang biji karet merupakan bagian pembungkus biji karet luar setelah cangkang buah. Cangkang biji karet memiliki tekstur yang keras seperti tempurung kelapa. Cangkang biji karet yang keras banyak mengandung zat pembentuk kayu-kayuan berupa serat alami. Tempurung dan cangkang biji karet sangat berpotensi untuk diolah menjadi briket bioarang dan menjadi bahan bakar alternatif pengganti BBM.⁶¹

Biji karet dilindungi oleh cangkang yang terdiri dari kandungan selulosa dan lignin. Cangkang biji karet tersebut memiliki daya awet yang tinggi sehingga tidak dapat membusuk meskipun berada ditempat terbuka. Hal ini menunjukkan bahwa cangkang biji karet memiliki senyawa antibakteri yang mampu menekan pertumbuhan jamur dan bakteri.⁶²

Nailil Luthfiah dalam penelitian yang berjudul “Uji Aktivitas Antibakteri Asap Cair Dari Cangkang Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) Terhadap *Bacillus* sp. Dan *Escherichia coli* Serta Analisis Komponen Kimianya”. Menyimpulkan bahwa cangkang biji karet memiliki senyawa antibakteri yang mampu menekan pertumbuhan jamur dan bakteri meliputi. Asap cair cangkang biji karet memiliki karet memiliki efektifitas antibakteri terhadap *Bacillus* sp. Dan E.

⁶⁰ I Ketut Suka Astawan, Lya Agustina, Susi. “Pemanfaatan Cangkang Biji Karet Dan (*Hevea Brasiliensis*) Dan Cangkang Kemiri (*Aleurites Moluccana*) Sebagai Bahan Baku Biobriket” *Jurnal Ziraa’ah*, Volume 43 Nomor 2, (2018) h. 113

⁶¹ Ishak Alhafis, Raswen Efendi, Yelmira Zalfiatri. “Karakteristik Briket Arang Sekam Padi dengan Penambahan Arang Cangkang Biji Karet” *JurJOM UR* Vol 5 Edisi 2 2018, h.4

⁶² Nailul Luthfiah, “Uji Aktivitas Antibakteri Asap Cair Dari Cangkang Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) Terhadap *Bacillus* sp. Dan *Escherichia coli* Serta Analisis Komponen Kimianya”, Skripsi. 2017, h.7.

coli. *E. coli* lebih peka terhadap antibakteri asap cair cangkang biji karet dibandingkan *Bacillus sp.* Serta KHM asap cair cangkang biji karet terhadap *Bacillus sp.* dan *E. coli* adalah 1%.⁶³

Adapun komponen kimia asap cair cangkang biji karet menggunakan GC-MS terdeteksi sebanyak 20 macam senyawa kimia. Senyawa yang paling mendominasi adalah asam asetat, phenol, 2-methoxy, phenol, 2-methoxy-4-methyl, dan 2-furancarboxaldehyde dengan persentase berturut-turut yaitu 45,382%, 14,382%, 11,242%, dan 7,972%.⁶⁴

Berikut adalah tabel 2.2 menunjukkan komposisi kimia cangkang biji karet.

Tabel 2.2. Komposisi Kimia Yang Terkandung Dalam Cangkang Biji Karet⁶⁵

No	Komposisi	Jumlah (%)
1.	Selulosa	48,64
2.	Lignin	33,54
3.	Pentosan	16,81
4.	Kadar Abu	1,25
5.	Kadar Silika	0,52

C. Tandan Kosong Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman yang diminati oleh investor karena nilai ekonomi yang cukup tinggi. Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* J.) merupakan tanaman perkebunan yang memegang peranan

⁶³ Nailul Luthfiah, “ Uji Aktivitas Antibakteri Asap Cair Dari Cangkang Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) Terhadap *Bacillus sp.* Dan *Escherichia coli* Serta Analisis Komponen Kimianya”, Skripsi. 2017, h.7.

⁶⁴ Ibid. Nailul Luthfiah, h.50.

⁶⁵ Rosdiana Moeksin, Kgs. Ade Anggara Pratama, Dwi Riski Tyani, “Pembuatan Briket Biorang Dari Campuran Limbah Tempurung Kelapa Sawit Dan Cangkang Biji Karet”. *Jurnal Teknik Kimia*, volume 23, Nomor 3 (2017) h.151

pentinng dalam bidang industry pangan. Saat ini luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 7,077,207ha. Volume ekspor kelapa sawit pada tahun 2009 mencapai 14,628.000 ton dengan nilai 10,971 miliar US\$. Proses pengolahan kelapa sawit menghasilkan produk berupa limbah kelapa sawit. Berdasarkan tempat pembentukannya limbah kelapa sawit dapat digolongkan menjadi dua jenis limbah perkebunan kelapa sawit dan limbah industri kelapa sawit. Limbah industri kelapa sawit adalah limbah yang dihasilkan pada proses pengolahan kelapa sawit.⁶⁶

Peningkatan produksi pabrik kelapa sawit memiliki konsekuensi berupa peningkatan limbah kelapa sawit yang dihasilkan. Limbah kelapa sawit digolongkan dalam tiga jenis limbah yaitu limbah padat, limbah cair, dan limbah gas. Salah satu jenis limbah padat yang paling banyak dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yaitu sekitar 22-23% dari total tandan buah segar (TBS) yang diolah. Total jumlah limbah TKKS seluruh Indonesia pada tahun 2009 diperkirakan mencapai 4,2 juta ton.⁶⁷ Salah satu alternatif cara pengolahan TKKS adalah dengan memanfaatkan limbah tersebut menjadi briket atau bahan bakar.

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan biomassa dengan kandungan karbon terbesar berupa selulosa, dan hemiselulosa disamping lignin dalam jumlah yang lebih kecil. Kandungan selulosa dan hemiselulosa dalam TKKS merupakan potensi yang cukup besar untuk dikonversi menjadi

⁶⁶ I Gede Aditya Sukantra, "Pengaruh Penambahan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Bekas Media Tumbuh Jamur Merang (*Volvariella volvaceae* L) Terhadap Karakteristik Pupuk Organonitrofos", "SKripsi" 2018. h.26

⁶⁷ Ibid, I Gede Aditya Sukantra, h. 27-28

bahan sediaan kimia. Melihat komponen kimia utama TKKS, kualitas tidak jauh berbeda dari kualitas biomassa lainnya, baik dengan limbah pertanian maupun dengan biomassa bukan kayu.⁶⁸

Klasifikasi tanaman kelapa sawit adalah sebagai berikut:

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Liliopsida

Ordo : Arecales

Famili : Arecaceae

Genus : *Elaeis*

Jenis : *Elaeis guineensis* J.



**Gambar 2.3 Tandan Kosong Kelapa Sawit
(Sumber Pribadi)**

Tandan kosong kelapa sawit merupakan bagian yang sudah dipisahkan dari buah segar kelapa sawit. Secara kuantitas TKKS mencapai 24,04% dari tandan buah segar (TBS) yang akan diolah. Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit sebagai sumber energi dalam bentuk briket sangat membantu pelestarian lingkungan. Sebagai biomassa lignoselulosik, TKKS dapat dibuat

⁶⁸ Muryanto, Yanni Sudiyani, dan Haznan Abimanyu, "Optimasi Proses Perlakuan Awal NaOH Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Menjadi Bioetanol", "Jurnal Kim.Terap.Indones.," Vol.18, No.1, h.27

briket dengan proses yang relatif sederhana.⁶⁹ Data komposisi kimia tandan kosong kelapa sawit disajikan pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Komposisi Kimia Tandan Kosong Kelapa Sawit

No	Komponen	Persentase (%)
1.	Lignin	22
2.	Abu	14
3.	Selulosa	40
4.	Hemiselulosa	24

Sumber: Azemi, dkk. 1994

Limbah tandan kosong kelapa sawit memiliki potensi energi dengan energi panas terkandung didalamnya yaitu persentase TKKS terhadap TBS sekitar 22% (220 kg) dari setiap tonnya, mengandung unsur hara N, P, K, dan Mg berturut-turut setara dengan 3 Kg Urea; 0,6 Kg CIRP; 12 Kg MOP; dan 2 Kg Kieserit, serta dengan nilai kalor sebesar 18.795 kJ/kg dalam kondisi kering.⁷⁰

Tandan kosong kelapa sawit salah satu limbah yang berasal dari proses pengolahan industri kelapa sawit. Tandan kosong kelapa sawit yang tidak tertangani menyebabkan bau busuk dan menjadi tempat bersarangnya serangga lalat sehingga dianggap sebagai limbah yang dapat mencemari lingkungan dan menyebarkan bibit penyakit. Tandan kosong kelapa sawit memiliki nilai densitas yang sangat rendah, nilai densitas yang rendah mengakibatkan biaya transportasinya tinggi dan membutuhkan ruang penyimpanan yang besar

⁶⁹ Hijrah Purnama Putra, dkk. "Studi Kualitas Briket dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Perekat Limbah Nasi" Jurnal Sains dan teknologi Lingkungan Vol. 5 No.1 (2013) h.28

⁷⁰ Dino Erivianto, Baskoro Abhi P., dan Didik Notosudjono, "Penggunaan Limbah Padat Kelapa Sawit Untuk Menghasilkan Tenaga listrik Pada Existing Boiler", "Jurnal Saintech", Vol. 26, No. 2, 2016, h.85.

sehingga sulit dalam penanganannya. Densitas yang rendah mengakibatkan nilai kalor menjadi rendah. Nilai kalor yang rendah akan berpengaruh terhadap rendahnya densitas energi pada tandan kosong kelapa sawit.⁷¹

Komponen utama tandan kosong kelapa sawit ialah selulosa dan lignin. Selulosa adalah senyawa karbon yang terdiri dari 1000 unit glukosa yang terikat oleh ikatan beta 1,4 glikosida dan dapat dikomposisi oleh berbagai organisme selulolitik menjadi senyawa C sederhana. Sedangkan lignin merupakan komponen yang sulit terdegradasi. Senyawa ini merupakan polimer struktural yang berasosiasi dengan selulosa dan hemiselulosa.⁷²

Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit sebagai sumber energi berupa briket disamping memberikan keuntungan secara finansial, juga akan membantu di dalam pelestarian lingkungan. Sebagai biomassa TKKS dapat briket dengan proses yang relatif sederhana.⁷³ Sementara itu TKKS di pabrik kelapa sawit hanya dibakar dan saat ini telah dilarang karena adanya kekhawatiran pencemaran lingkungan, atau dibuang sehingga menimbulkan keluhan/masalah karena dapat menurunkan kemampuan tanah menyerap air. Disamping itu TKKS membusuk ditempat akan menarik kedatangan kumbang

⁷¹ Karim Abdullah, Zulfa dan Masmulki Daniro Jyoti, "Pengaruh Pemanbahan Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Kualitas Briket Berbahan Utama Limbah Kulit Singkong", *"Jurnal Dinamika Penelitian Industri"*, Vol.27, No. 1, 2016, h.49-58

⁷² Happy Widiastuti, dan Tri Panji, Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sisa Jamur Merang (*Volvariella volvacea*) Sebagai Pupuk Organik Pada Pembibitan Kelapa Sawit, *"Jurnal Menara Perkebunan"*, Vol.75, No.2, 2007, h. 70

⁷³ Arganda Mulia, "Pemanfaatan Tandan Kosong dan CAngkang Kelapa Sawit Sebagai Briket Arang, *"Skripsi"*. Universitas Sumatera Utara Medan. (2007) h.38

tertentu yang berpotensi merusak pohon kelapa sawit hasil peremajaan di lahan sekitar tempat pembuangan.⁷⁴

D. Komposisi Briket

Komposisi parameter briket meliputi:

1. Kadar air briket

Air yang terkandung didalam briket bersifat sebagai pelarut dan bertindak sebagai bahan pengikat serta pelumas. Kadar air sangat mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan. Semakin rendah kadar air yang didapat maka nilai kalor dan daya pembakaran akan semakin tinggi dan sebaliknya semakin tinggi kadar air yang dihasilkan, maka nilai kalor dan daya pembakaran akan semakin rendah atau lama dikarenakan panas yang suplai dari sumber panas terlebih dahulu digunakan untuk menguapkan air yang terkandung pada briket. Hal ini mengakibatkan briket sulit terbakar sehingga terjadi pembakaran tidak sempurna dan terbentuk CO yang tinggi di awal proses pembakaran.⁷⁵

Kandungan air yang terdapat di dalam bahan bakar, air yang terkandung dalam kayu atau pun bahan bakar padat dinyatakan sebagai kadar air yang terkandung di dalam briket. Uji kadar air digunakan untuk

⁷⁴ Han Roliadi dan Widya Fatriasari. "Kemungkinan Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pembuatan Papan Serat Berkerapatan Sedang", "Jurnal penelitian Ilmu Teknik" 2005. h.28

⁷⁵ Agustina Rahayu, "Kinerja Pembakaran Biobriket Yang Terbuat Dari Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Batubara Sub-Bituminus Dalam Kompur", "*Skripsi*", Universitas Indonesia, 2012, h.28

mengetahui jumlah kandungan air pada briket. Semakin besar tekanan yang diberikan maka kadar air yang dihasilkan semakin rendah, begitu pun sebaliknya.⁷⁶ Kadar air juga dipengaruhi oleh perekat, yang menggunakan air sebagai pelarutnya, sehingga semakin banyak jumlah perekat yang digunakan menyebabkan kadar air dari briket ikut meningkat.⁷⁷

2. Nilai kalor

Suatu bentuk energi yang menyebabkan materi mempunyai suhu disebut kalor. Kalor juga dapat menyebabkan perubahan wujud. Apabila suatu zat menyerap kalor, maka suhu zat itu akan naik sampai tingkat tertentu hingga zat itu akan mencair (jika zat padat) atau akan menguap (jika zat cair). Sebaliknya jika kalor dilepaskan dari suatu zat, maka zat itu akan turun hingga tingkat tertentu hingga zat itu akan mengembun (jika zat gas) atau membeku (jika zat cair). Jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 gram zat sebesar 1°C disebut kalor jenis. Sebagai contoh, kalor jenis air $4,18 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$ ini berarti untuk menaikkan suhu 1 gram air sebesar 1°C diperlukan $4,18 \text{ J}$.⁷⁸ Tingginya nilai kalor briket tergantung kepada kadar air, kadar abu, karbon terikat, dan kadar zat menguap, semakin tinggi kadar karbon terikat maka akan menaikkan nilai kalor briket, karena

⁷⁶ Ninis Hadi Haryati, Rijali Noor, Dwi Aprilia. "Karakterisasi dan Uji Emisi Briket Campuran Cangkang Biji Karet Dan Abu Dasar Batubara". *Seminar Nasional Pendidikan ISBN 976-602-6483-63-8* (2018) h. 204

⁷⁷ Karim Abdullah, Zulfa dan Masmulki Daniro Jyoti, "Pengaruh Penambahan Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Kualitas Briket Berbahan Utama Limbah Kulit Singkong", "*Jurnal Dinamika Penelitian Industri*", Vol. 27, No. 1, (2016) h.49-58

⁷⁸ Ahmad Reza, Akhyar Ali, Raswen Efendi. "Perbandingan Kadar Perekat Tapioka Dengan Arang Dari Cangkang Buah Karet Terhadap Briket Arang" *Jurnal JOM UR* Vol. 5 Edisi 2 (2018) h. 4

semakin banyaknya unsur carbon (C) dalam briket maka nilai kalornya akan tinggi.⁷⁹

Kadar nilai kalor harus diketahui dalam pembuatan briket untuk mengetahui nilai panas pembakaran yang dapat dihasilkan oleh briket. Tinggi rendahnya nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air dan kadar karbon terikat. Nilai kadar kalor menjadi parameter kualitas yang penting bagi briket sebagai bahan bakar. Hal ini disebabkan oleh energi yang dihasilkan akan banyak terserap untuk menguapkan air. Menurut Faisol, Elfia dan Suzy hasil penelitiannya menyatakan semakin banyak komposisi cangkang biji karet yang ditambahkan kedalam campuran biobriket akan meningkatkan nilai kalor briket sehingga kualitas dari briket akan semakin meningkat.⁸⁰

3. Analisa Kadar Abu (*Ash Content*)

Merupakan bahan bakar sisa hasil pembakaran yang tidak dapat terbakar lagi setelah proses pembakaran selesai. Abu adalah zat yang tersisa apabila bahan bakar padat dipanaskan hingga berat konstant.⁸¹ Kadar abu cenderung meningkat seiring dengan penambahan kadar perekat tapioka yang digunakan. Pada penelitian Ahmad Reza menyatakan penambahan kadar perekat akan meningkatkan nilai kadar abu briket cangkang karet dibandingkan dengan arang tanpa perekat yaitu 15,09%. Hal ini disebabkan

⁷⁹ Ibid. Ahmad Reza, Akhyar Ali, Raswen Efendi. h.5

⁸⁰ Faisol Asip, Elvia Sandra, dan Suzy Nurhasanah, "Pengaruh Temperatur Karbonisasi Dan Komposisi Arang Terhadap Kualitas Biobriket dari Campuran Cangkang Biji Karet dan Kult Kacang Tanah", "Jurnal Teknik Kimia", Vol. 23, No. 1, 2017. h.37

⁸¹ Erlinda Ningsih, dkk. "Pengaruh Jenis Perekat Pada Briket dari Kulit Buah Bintaro terhadap Waktu Bakar." *Sprosidng Seminar Nasional Teknik Kimia Keuangan*. ISSN 1693-4393 (2016). h.2

karena perekat dari tepung tapioka yang ikut terbakar sehingga meninggalkan abu dan akan menambah kadar abu pada briket arang cangkang buah karet. Tingginya kadar abu juga dipengaruhi bahan baku, cangkang buah karet mengandung selulosa (48,64%) dan lignin (33,81%) yang cukup tinggi apabila terurai pada suhu tinggi akan menghasilkan unsur abu. Kadar abu juga dipengaruhi oleh pengotor yang menempel pada cangkang buah karet.⁸²

Kadar abu semakin naik apabila konsentrasi perekat meningkat. Hal ini dikarenakan adanya penambahan kadar abu dari perekat yang digunakan. Menurut Saktiawa dalam jurnal Anto Santoso menyatakan semakin tingginya kadar perekat maka kadar abu briket menjadi semakin tinggi. Faktor lain yang menyebabkan tingginya kadar abu ialah adanya kandungan silika yang cukup tinggi pada bahan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sani dalam jurnal Anto Santoso yaitu nilai kadar abu yang tinggi pada briket diduga mempunyai kadar garam-garam karbon dari kalium, kalsium, magnesium dan kadar silika yang terkandung tinggi.⁸³ Menurut Lihtikanges di dalam jurnal Karim Abdullah menyatakan kadar abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor pembakaran.⁸⁴

⁸² Ahmad Reza, Akhyar Ali, Raswen Efendi. "Perbandingan Kadar Perekat Tapioka Dengan Arang Dari Cangkang Buah Karet Terhadap Briket Arang" *Jurnal JOM UR Vol. 5 Edisi 2* (2018) h. 5

⁸³ Anto Santosa, dan Tri Yanto, "Pembuatan Briket Bioarang Dari Cangkang dan Tandan Kosong Kelapa Sawit", "*Jurnal Teknologi Hasil Petanian*", Vol. 6, No. 2, 2013, h.73

⁸⁴ Karim Abdullah, Zulfa dan Masmulki Daniro Jyoti, "Pengaruh Penambahan Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Kualitas Briket Berbahan Utama Limbah Kulit Singkong", "*Jurnal Dinamika Penelitian Industri*", Vol. 27, No. 1, (2016) h.55

4. Kadar Zat Terbang

Nilai kadar zat terbang berada diantara 68,73 – 75,79% . Nilai ini lebih besar dan tidak memenuhi syarat kadar zat terbang seperti briket batu bara untuk bahan bakar rumah tangga yaitu 8 - 15%.⁸⁵ Kadar *Volatile* atau zat yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi zat-zat organik yang masih terdapat didalam briket. Tingginya kadar *Volatile* akan berpengaruh terhadap nilai kalor briket yang dihasilkan. Kadar *Volatile* akan turun presentasinya jika waktu proses pengarangan lebih lama maka proses penguraian senyawa karbon lebih maksimal.⁸⁶

5. Analisa Kadar Karbon Tetap (*Fixed Carbon*)

Kadar karbon terikat berhubungan dengan kadar air, kadar abu dan kadar zat menguap, dimana semakin rendah kadar air, kadar abu dan kadar zat menguap maka kadar karbon terikat semakin tinggi. Kadar karbon terikat berpengaruh terhadap nilai kalor briket arang, semakin tinggi kadar karbon dalam briket arang yang dihasilkan maka nilai kalor briket arang juga semakin tinggi. Kadar karbon juga dipengaruhi oleh suhu karbonisasi dan lama proses karbonisasi, semakin tinggi suhu karbonisasi maka akan menurunkan kadar zat menguap dan akan menaikkan karbon terikat briket⁸⁷

6. Kerapatan Briket

⁸⁵ Ahmad Reza, Akhyar Ali, Raswen Efendi. “Perbandingan Kadar Perekat Tapioka Dengan Arang Dari Cangkang Buah Karet Terhadap Briket Arang” *Jurnal JOM UR Vol. 5 Edisi 2* (2018) h. 4

⁸⁶ Ninis Hadi Haryati ,Rijali Noor, Dwi Aprilia. “Karakterisasi dan Uji Emisi Briket Campuran Cangkang Biji Karet Dan Abu Dasar Batubara”. *Seminar Nasional Pendidikan ISBN 976-602-6483-63-8* (2018) h. 205

⁸⁷ Ahmad Reza, Akhyar Ali, Raswen Efendi. “Perbandingan Kadar Perekat Tapioka Dengan Arang Dari Cangkang Buah Karet Terhadap Briket Arang” *Jurnal JOM UR Vol. 5 Edisi 2* (2018) h.6

Kerapatan dari sebuah briket sangat menentukan kualitas dari briket. Kerapatan menunjukkan perbandingan antara massa dengan volume briket. Besar kecilnyaa kerapatan dipengaruhi oleh ukuran dan kehomogenan arang penyusun briket. Kerapatan briket juga dipengaruhi oleh tekanan yang diberikan. Semakin besar tekanan yang diberikan semakin kecil ukuran briket yang dihasilkan, sehingga semakin besar kerapatan yang diperoleh. Hal ini, disebabkan oleh semakin rapatnya susunan butiran bahan baku dari briket yang dihasilkan.⁸⁸

Menurut karim pada penelitiannya menyatakan semakin besar komposisi tandan kosong kelapa sawit pada pembuatan briket, menyebabkan nilai densitas menurun, sedangkan semakin tinggi konsentrasi perekat akan menurunkan densitasnya.⁸⁹ Konsentrasi perekat yang semakin tinggi pada pembuatan briket dapat memperkuat ikatan antara bahan baku briket.

7. Kekutan Tekan

Keteguhan tekan menunjukkan kekuatan bahan pada briket untuk tidak pecah selama proses transportasi ataupun penyimpanan. Prinsip keteguhan tekan adalah mengukur kekuatan tekan briket dengan memberikan penekanan sampai briket pecah. Adapun hal-hal yang dapat menurunkan kualitas kekuatan tekan briket yaitu penambahan kadar perekat dan penambahan kapur. Penambahan kadar perekat yang digunakan akan

⁸⁸ I Gede Aditya Sukantra, "Pengaruh Penambahan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Bekas Media Tumbuh Jamur Merang (*Volvariella volvaceae* L) Terhadap Karakteristik Pupuk Organonitrofos", "SKripsi" 2018. h.26

⁸⁹ Karim Abdullah, Zulfa dan Masmulki Daniro Jyoti, "Pengaruh Penambahan Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Kualitas Briket Berbahan Utama Limbah Kulit Singkong", "*Jurnal Dinamika Penelitian Industri*", Vol. 27, No. 1, (2016) h.49-58

menambahkan kuat ikatan antar partikel pada briket, hal ini disebabkan dengan bertambahnya kadar perekat maka ikatan antar partikel semakin kuat sehingga keteguhan tekannya semakin tinggi. Sementara itu penambahan kapur pada briket akan mengurangi kandungan air pada briket, hal ini akan membuat antar partikel briket semakin kering dan sulit untuk berikatan satu sama lain yang mengakibatkan briket semakin rapuh dan menurunkan kekuatan pecahnya.⁹⁰

Ninis, Rijali dan Dwi, melakukan penelitian tentang pengaruh variasi komposisi campuran dan tekanan pada kualitas pembakaran briket berbahan cangkang biji karet dan abu dasar batubara. Hasil yang didapatkan berupa variasi komposisi campuran dan tekanan berpengaruh terhadap kualitas pembakaran briket cangkang biji karet dan abu dasar batubara. Semakin tinggi nilai tekanan dan semakin banyak campuran cangkang biji karet maka akan semakin meningkat kualitas pembakaran briket.⁹¹

Selain menggunakan kualitas briket diatas, dilakukan pula pengujian karakteristik *shatter resistance index* untuk pengujian ketahanan banting. Dengan cara menjatuhkan briket yang telah diketahui bobotnya ke permukaan yang keras dari ketinggian 2 meter. Tujuannya adalah untuk mengetahui persentase susut bobotnya. Namun kadar zat terbang, nilai kalor dan karbon tetap tidak dilakukan pengujian pada penelitian ini.

⁹⁰ Julham Prasetya Pane, Erwin Junary, Netti Herlina, "Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka dan Penambahan Kapur dalam Pembuatan Briket Arang Berbahan Baku Pelepah Aren (*Arenga pinnata*), " *Jurnal Teknik USU*", Vol. 4, No. 2, 2015, h.36

⁹¹ Ninis Hai Haryati ,Rijali Noor, Dwi Aprilia. "Karakterisasi dan Uji Emisi Briket Campuran Cangkang Biji Karet Dan Abu Dasar Batubara". *Seminar Nasional Pendidikan ISBN 976-602-6483-63-8* (2018) h. 205

E. Penelitian Relevan

Penelitian tentang pembuatan briket arang sudah banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu. Rosdiana Moeksin dkk. dalam penelitiannya mengatakan bahwa kebutuhan bahan bakar fosil terus mengalami peningkatan setiap tahun membuat semakin menipisnya bahan bakar yang tersedia. Maka diiperlukan suatu energi berbahan bakar altrnatif seperti biobriket.⁹²

Dalam penelitian Indah Suryani dkk. briket bioarang dibuat dari buah bintaro dan tempurung kelapa dengan menggunakan perekat amilum memiliki kandungan zat terbangnya dibuat cukup rendah sehingga asap yang ditimbulkan pada pemanfaatannya tidak akan mengganggu kesehatan dari pemakai briket itu sendiri.

Penelitian yang dilakukan Lafas Hanandito, dan Sulthon Willy, yang berjudul “Pembuatan Briket Arang Tempurung Kelapa dari Sisa Bahan Bakar Pengasapan Ikan Kelurahan Bandarharjo Semarang” menyatakan jenis perekat tepung tapioka merupakan perekat terbaik dibandingkan dengan perekat lainnya (Tepung terigu, molasses, silikat) karena mempunyai nilai kalor tinggi, *shatter index* dan *stability* yang optimal.

Pada hasil penelitian Erlinda Ningsih, dkk. Menyatakan Jenis perekat yang terbaik diantara getah karet, arpus, tepung tapioka dan sagu adalah tapioka komposisi perekat 20% memiliki karakteristik yang memenuhi standar SNI yaitu dengan kadar air 1,91%,kadar abu 7,35 % , kadar zat menguap 15,34, waktu bakar 72 menit dan nilai kalor sebesar 6000.46 kalori/gram.

⁹²Rosdiana Moeksin, Kgs. Ade Anggara Pratama, Dwi Riski Tyani, “Pembuatan Briket Biorang Dari Campuran Limbah Tempurung Kelapa Sawit Dan Cangkang Biji Karet”. *Jurnal Teknik Kimia*, volume 23, Nomor 3 (2017) h.149

Penelitian yang dilakukan Ninis Hadi Haryanti, dkk. menyatakan kandungan serat 60-80% selulosa, 5-20% lignin. Cangkang biji karet memiliki presentasi kadar air 14,3, kadar abu 0,1%, serat dan berbagai senyawa karbon 85,6%.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Azemi dkk, menyatakan kandungan kimia pada tandan kosong kelapa sawit meliputi lignin 22%, kadar abu 14%, selulosa 40%, dan hemiselulosa 24%.

Penelitian yang dilakukan oleh Karim tentang Pengaruh Penambahan Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Kualitas Briket Berbahan Utama Limbah Kulit Singkong, pada penelitiannya menyatakan semakin besar komposisi tandan kosong kelapa sawit pada pembuatan briket, menyebabkan nilai densitas menurun, sedangkan semakin tinggi konsentrasi perekat akan menurunkan densitasnya.

Pribadyo pada penelitiannya yang berjudul uji kualitas briket batubara campuran biomassa cangkang biji karet dan tepung kanji sebagai perekat, dengan persentase komposisi 20% cangkang biji karet dan ukuran 30 dan 50 *mesh*, menyimpulkan bahwa ukuran partikel atau *mesh* berpengaruh terhadap briket batubara campuran biomassa cangkang biji karet. Semakin kecil ukuran *mesh* maka kadar air akan sedikit. Hasil yang didapat yaitu ukuran *mesh* 30 lebih baik dibandingkan ukuran *mesh* 50 akan tetapi tidak memenuhi standar SNI. Untuk memperoleh nilai kalori yang maksimal dan memenuhi standar baku mutu perlu ditinjau kembali ukuran partikel atau *mesh* serta komposisi campurannya dalam pembuatan briket.

Menurut ishal al hafis dkk, dalam penelitiannya yang berjudul karakteristik briket arang sekam padi dengan penambahan arang cangkang biji karet dengan persentase 90%, 80%, 70%, 60% dan 50% sekam padi serta 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% cangkang biji karet. Menyatakan semakin tinggi cangkang biji karet dalam pembuatan briket maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan. Hal ini disebabkan cangkang biji karet memiliki kalor 5000 kal/g. Diperoleh saran mengenai kombinasi komposisi pembuatan briket dengan cara modifikasi komposisi agar menghasilkan briket yang memenuhi standar mutu yang baik. Nilai kalor merupakan mutu utama dalam pembuatan briket. Semakin tinggi nilai kalor maka semakin bagus mutu briket yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena nilai kalor tinggi memiliki energi yang tinggi pula pada saat digunakan sebagai bahan bakar.

Menurut Faisol dkk. hasil penelitian yang berjudul pengaruh temperatur karbonisasi dan komposisi arang terhadap kualitas biobriket dari campuran cangkang biji karet dan kulit kacang tanah, menyatakan semakin banyak komposisi cangkang biji karet yang ditambahkan kedalam campuran biobriket akan meningkatkan nilai kalor briket sehingga kualitas dari briket akan semakin meningkat.

Diyoshy Rizqi Patria dalam penelitiannya yang berjudul pembuatan biobriket dari campuran tempurung dan cangkang biji karet dengan batubara peringkat terendah menyimpulkan bahwa komposisi terbaik adalah biobriket campuran tempurung, cangkang biji karet, dan batubara dengan perbandingan 25:25:50 menghasilkan briket sesuai standar mutu dikarenakan adanya

penambahan batubara akan meningkatkan kualitas biobriket. Dimana biobriket yang dihasilkan secara keseluruhan menghasilkan kenaikan kalor sekitar 300-400 cal/gr atau 5-6% dari biobriket campuran tempurung dan cangkang biji karet.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Dwi Irawan, dkk. menyatakan bahwa briket dengan campuran adonan perekat dan cangkang karet sampai merata yakni sebanyak 3:1, dengan bentuk silinder pejal, diameter 25 mm, panjang 70 mm, hasil pengujian proksimasi briket hanya memenuhi standar mutu rumah tangga.

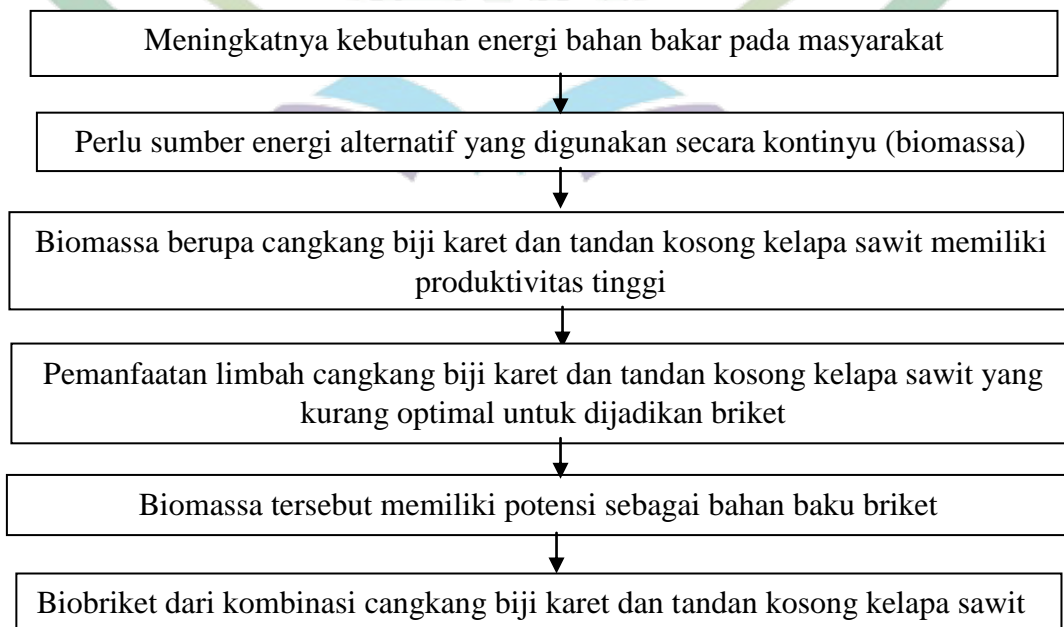
Dalam penelitian I ketut Astawan, dkk. yang berjudul pemanfaatan cangkang biji karet dan cangkang kemiri sebagai bahan baku biobriket dengan beberapa perlakuan cangkang biji karet dan cangkang kemiri berturut-turut yaitu 70:30, 30:70, dan 50:50. Perlakuan terbaik dihasilkan pada perlakuan 30:70 antara cangkang biji karet dan cangkang kemiri. Ditinjau dari uji kemudahan terbakar, densitas, zat terbang, lama pembakaran serta uji kalor sebesar 6609,32 Cal/g. Penelitian ini menunjukkan semakin sedikit cangkang biji karet maka nilai kalor yang dihasilkan semakin tinggi. Sementara itu perbedaan hasil kalor yang didapat berkisar antara 20-30%.

F. Kerangka Berfikir

Peningkatan Pertumbuhan jumlah penduduk menyebabkan permintaan energi semakin meningkat pula. Penggunaan energi pada sektor rumah tangga, industri dan transportasi menyebabkan jumlahnya semakin menipis. Masyarakat yang akan datang tidak dapat mengkonsumsi bahan bakar minyak

jika penggunaan bahan bakar fosil dilakukan terus menerus tanpa adanya upaya yang dilakukan. Dengan demikian perlu diupayakan sumber energi alternatif lain yang berasal dari bahan baku yang bersifat kontinyu serta dapat diperbaharui seperti energi biomassa. Salah satu bahan yang digunakan untuk pembuatan biobriket adalah tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, cangkang karet dan lain-lain.

Proses pengeringan merupakan salah satu proses yang dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya yaitu suhu dan lama pengeringan harus efektif karena akan berpengaruh terhadap kualitas dari briket tersebut. Masih adanya perbedaan terhadap komposisi briket, dari hal tersebut peneliti berpendapat perlu adanya analisis yang membahas tentang jumlah komposisi bahan briket terhadap karakteristik briket yang dihasilkan sehingga akan diperoleh briket dengan kualitas baik sesuai standar.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah Karim, Zulfa dan Masmulki Daniro Jyoti, “Pengaruh Pemanbahan Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Kualitas Briket Berbahan Utama Limbah Kulit Singkong”, *“Jurnal Dinamika Penelitian Industri”*, Vol.27, No. 1, 2016
- Alhafis Ishak, Raswen Efendi, Yelmira Zalfiatri. “Karakteristik Briket Arang Sekam Padi dengan Penambahan Arang Cangkang Biji Karet” *JurJOM UR* Vol 5 Edisi 2, 2018
- Arbi Yaumal, M. Irsad, “Pemanfaatan Limbah Cangkang Kelapa Sawit Menjadi Briket Arang Sebagai Bahan Bakar Alternatif” Volume 5 No. 4
- Asip Faisol, Elvia Sandra, dan Suzy Nurhasanah, “Pengaruh Temperatur Karbonisasi Dan Komposisi Arang Terhadap Kualitas Biobriket dari Campuran Cangkang Biji Karet dan Kult Kacang Tanah”, *“Jurnal Teknik Kimia”*, Vol. 23, No. 1, 2017
- Astawan I Ketut Suka, Lya Agustina, Susi. “Pemanfaatan Cangkang Biji Karet Dan (*Havea Brasiliensis*) Dan Cangkang Kemiri (*Aleurites Moluccana*) Sebagai Bahan Baku Biobriket” *Jurnal Ziraa’ah*, Volume 43 Nomor 2, 2018
- Erivianto Dino, Baskoro Abhi P., dan Didik Notosudjono, “Penggunaan Limbah Padat Kelapa Sawit Untuk Menghasilkan Tenaga listrik Pada Existing Boiler”, *“Jurnal Saintech”*, Vol. 26, No. 2, 2016
- Ervando Mochamad Among Satmoko, Danang Dwi Saputro, Aris Budiyo, “Karakteristik Briket Dari Limbah Pengolahan Kayu Sengon Dengan Metode Cetak Panas”, *“Jurnal Of Mrchanical Engineering Learning”*, Vol. 2, No. 1, 2013
- Hadi Ninis Haryati ,Rijali Noor, Dwi Aprilia. “Karakterisasi dan Uji Emisi Briket Campuran Cangkang Biji Karet Dan Abu Dasar Batubara”. *Seminar Nasional Pendidikan ISBN 976-602-6483-63-8*, 2018
- Hanandito Lafas, Sulthon Willy, “ Pembuatan Briket Arang Tempurung Kelapa Dari Sisa Bahan Bakar pengasapan Ikan Kelurahan Bandarharjo Semarang”. *Jurnal Teknik Kimia*, 2016
- Irawan Dwi, 1,a, Agus Surandono. “Studi Karakteristik Termal Briket Cangkang Biji Karet” *Jurnal Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIII (SNTTM XIII)*, 2014
- Istiani Trisna Ayu, Hamzari, Ida Arianingsih, “Studi Kesesuaian Perencanaan Tanaman Karet Di Wilayah Kesatuan Pengelolaan Hutan Produksi Model Dampelastinombo Desa Silutung Kecamatan Tinombo Selatan

Kabupaten Parigi Moutong”. *Jurnal Warta Rimba*, Volume 4, Nomor 2, 2016

Leonard Lucky dan Lim Fatimah, “*Gugur Daun Belum Teratasi, Penurunan Produksi Karet Akal Berlanjut*”, Sumatera Selatan, Bisnis.com

Luthfiah Nailul, “ Uji Aktivitas Antibakteri Asap Cair Dari Cangkang Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) Terhadap *Bacillus* sp. Dan *Escherichia coli* Serta Analisis Komponen Kimianya”, *Skripsi*, 2017

Maryono, Sudding dan Rahmawati, “Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji”, “*Jurnal Chemica* Vol. 14 No. 1, 2013

Moeksin Rosdiana, Kgs. Ade Anggara Pratama, Dwi Riski Tyani, “Pembuatan Briket Biorang Dari Campuran Limbah Tempurung Kelapa Sawit Dan Cangkang Biji Karet”. *Jurnal Teknik Kimia*, volume 23, Nomor 3, 2017

Muhammad Andi Ilyas, “Bubur Kertas Untuk Perekat Briket Serbuk Gergaji sebagai Sumber Energi Alternatif “, “ *Jurnal Ilmiah Setrum*”, Vol. 5, No. 2, 2016

Mulia Arganda, “Pemanfaatan Tandan Kosong dan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Briket Arang, “*Skripsi*”. Universitas Sumatera Utara Medan, 2007

Muryanto, Yanni Sudiyani, dan Haznan Abimanyu, “Optimasi Proses Perlakuan Awal NaOH Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Menjadi Bioetanol”, “*Jurnal Kim.Terap.Indones.*” Vol.18, No.1.

Muzi Ilham, Surahma asti mulasari, “Perbedaan Konsentrasi Perekat Antara Briket Bioarang Tanan Kosong Sawit Dengan Briket Bioarang Tempurung Kelapa Terhadap Waktu Didih Air”. *Jurnal Kesmas*, Volume 8, No 1, 2014

Ningsih Erlinda, dkk. “Pengaruh Jenis Perekat Pada Briket dari Kulit Buah Bintaro terhadap Waktu Bakar.” *Sproding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*. ISSN 1693-4393, 2016

Nurdin Hendri, Hasanuddin, Darmawi. “Karakteristik Nilai Kalor Briket Tebu Tibarau sebagai Bahan Bakar Alternatif”, “*Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*”, Vol. 18 No.1, 2018

Pane Julham Prasetya, Erwin Junary, Netti Herlina, “Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka dan Penambahan Kapur dalam Pembuatan Briket Arang Berbahan Baku Pelepah Aren (*Arenga pinnata*), “ *Jurnal Teknik USU*”, Vol. 4, No. 2, 2015

- Papilo Petir, "Briket Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Alternatif Yang Bernilai Ekonomis Dan Ramah Lingkungan". *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*. Volume 09, nomor 2, 2012
- Patabang Daud, "Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi Dengan Variasi Bahan Perekat", "*Jurnal Mekanikal*" Vol. 3. No. 2, 2012
- Patandung Petrus, "Pengaruh Jumlah Tepung Kanji Pada Pembuatan Briket Arang Tempurung Pala", "*Jurnal Penelitian Teknologi Industri*", Vol. 6, No. 2, 2014
- Prasetyowati, muhammad hermanto, Salman farizy, " Pembuatan Asap Cair daei Cangkang Buah Karet Sebagai Koagulen Lateks". *Jurnal Teknik Kimia*, Volume 20, Nomor 4, 2014
- Purwanto Djoko, Retno Utami P. dan Santy Diah Suryani, "Pengaruh Tekanan Kempa Dan Konsentrasi Perekat Terhadap Sifat Biobriket Dari Limbah Tempurung Sawit", "*Jurnal Riset Industri Hasil Hutan* vol.7, No.2, 2015
- Putra Hijrah Purnama, dkk. "Studi Kualitas Briket dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Perekat Limbah Nasi" *Jurnal Sains dan teknologi Lingkungan* Vol. 5 No.1, 2013
- Rahayu Agustina, "Kinerja Pembakaran Biobriket Yang Terbuat Dari Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Batubara Sub-Bituminus Dalam Kompor", "*Skripsi*", Universitas Indonesia, 2012
- Reza Ahmad, Akhyar Ali, Raswen Efendi. "Perbandingan Kadar Perekat Tapioka Dengan Arang Dari Cangkang Buah Karet Terhadap Briket Arang" *Jurnal JOM UR Vol. 5 Edisi 2*, 2018
- Rindayatno dan Dorotea Omi Lewar, " Kualitas Briket Arang Berdasarkan Komposisi Campuran Arang Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri teijsm&binn*) Dan Kayu Sengon (*Paraseanthes falcataria*), "*J.Hut Trop*" vol.1 No.1.
- Ronaziah Hasna, "Pembuatan Briket Biocoal dari Tiga Varietas dan Dua Ukuran Partikel Batang Singkong", "*Skripsi*", Universitass Lampung, 2019
- Roliadi Han dan Widya Fatriasari. "Kemungkinan Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pembuatan Papan Serat Berkerapatan Sedang", "*Jurnal penelitian Ilmu Teknik*" 2005
- Saleh Asri, "Analisis Kualitas Serbuk Gergaji Dengan Penambahan Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar Altrnatif". *Jurnal Al-Kimia*, Volume 5, No. 1, 2017

- Santosa Anto, dan Tri Yanto, "Pembuatan Briket Bioarang Dari Cangkang dan Tandan Kosong Kelapa Sawit", *"Jurnal Teknologi Hasil Petanian"*, Vol. 6, No. 2, 2013
- Saputro Danang Dwi, Widi Widayat, "Karakterisasi Limbah Pengolahan Kayu Sengon Sebagai Bahan Bakar Alternatif", *"Jurnal Sainteknol"*, Vol.14, No. 1, 2016
- Saukani Muhammad, Rukun Setyono, Ice Trianiza. "Pengaruh Jumlah Perekat Karet Terhadap Kualitas Briket Cangkang Sawit" *Jurnal Fisika FLUX*. Volume 1, No. 1, 2019
- Setiawan Yudi, Eka Sari W, Ibnu Dinar. "Campuran Kulit Ketela Pohon Dan Cangkang Buah Karet Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Briket." *Jurnal Teknik Mesin Vol. 5 No. 1*, 2019
- Siaahan S. "Potensi pemanfaatan Limbah Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) Sebagai Sumber Energi Alternatif Biokerosin untuk Keperluan Rumah Tangga". Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor., 2011
- Sukantra I Gede Aditya, "Pengaruh Penambahan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Bekas Media Tumbuh Jamur Merang (*Volvariella volvacea* L) Terhadap Karakteristik Pupuk Organonitrofos", "Skripsi" 2018
- Sulistyaningarti Lilih dan budi Utami. "Pembuatan Briket Arang Dari Limbah organik Tongkol Jagung Dengan Menggunakan Variasi Jenis Dan Persentase Perekat", *"Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia"*, Vol. 2, No. 1, 2017
- Tafsir Al-Jalalin, (On-Line) tersedia dia <https://islamedia.web.id> 15 Desember 2019
- Widiarti Budi Nining, Purnamasari Sitohang, Edhi Sarwono. "Penggunaan Tongkol Jagung Akan Meningkatkan Nilai Kalor Pada Briket". *"Jurnal Integritas Proses"*, Vol.6, No.1, 2016
- Widodo Ignatius Gunawan, Sutriyatna, Eko widagdo, "Upaya Penerapan Teknologi Pengolahan Arang Tempurung Kelapa Untuk Meningkatkan Nilai Tambah Petani Di Kecamatan Sei Raya Kabupaten Bengkayang". *Jurnal Iprkas*, 2010
- Widiastuti Happy, dan Tri Panji, Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sisa Jamur Merang (*Volvariella volvacea*) Sebagai Pupuk Organik Pada Pembibitan Kelapa Sawit, "Jurnal Menara Perkebunan", Vol.75, No.2, 2007